

**Institutionen för geologiska vetenskaper**  
Department of Geological Sciences

**Öknar 15 hp**

**Djurs anpassningar till öknar**

**Kenneth Ekvall**

# Öknarnas fauna

- Grundförutsättningar för organismers anpassningar
- Undvikandet av ökenklimatet, beteendeanpassningar
- Morfologiska anpassningar
- Fysiologiska anpassningar
- Evolution
- Exempel





# Öknar



*Sterila sanddyner i Namib*



*Relativ stor diversitet i Sonora*

Biologiska processer i öknarnas ekosystem är begränsade p.g.a.

1. Nederbörden är extremt låg.
2. Variationen i vattentillgång under året är mycket stor.
3. Anpassningssvårigheter till en oförutsägbar vattentillgång.



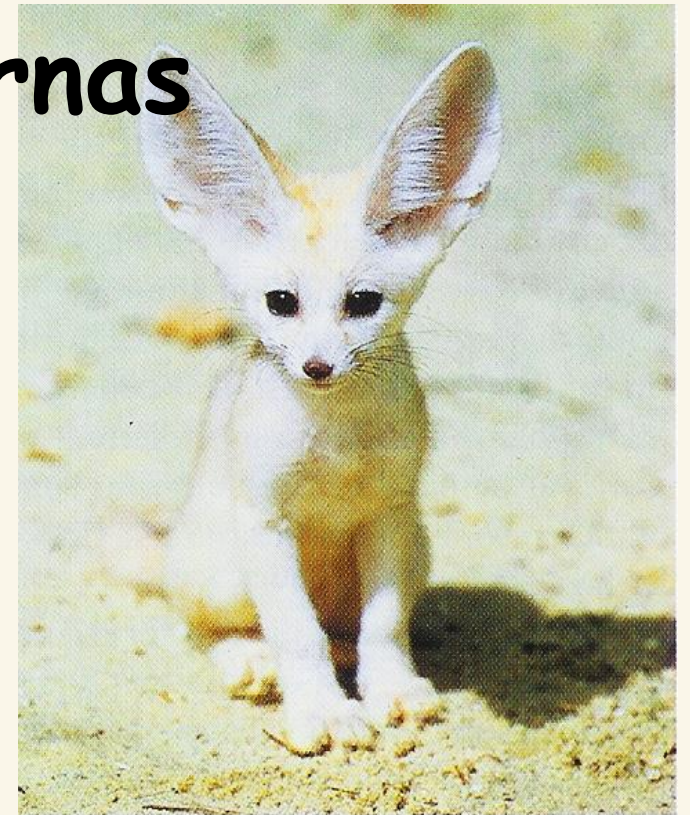


# Grundförutsättningar för organismernas anpassningar

## Thermoregulation och vatten balans

- Djur måste kunna anpassa sig till en föränderlig miljö och samtidigt reglera sin inre miljö så den hålls mer eller mindre konstant (homeostasis).
- För att organismers celler och transportsystem ska kunna fungera optimalt måste kroppens **temperatur, salt och vatten balans** upprätthållas.
- Detta sker genom olika kontroll- och regleringssystem i kroppen (*receptorer i hud, tarmar och blodkärl som står i förbindelse med nervsystemet*)

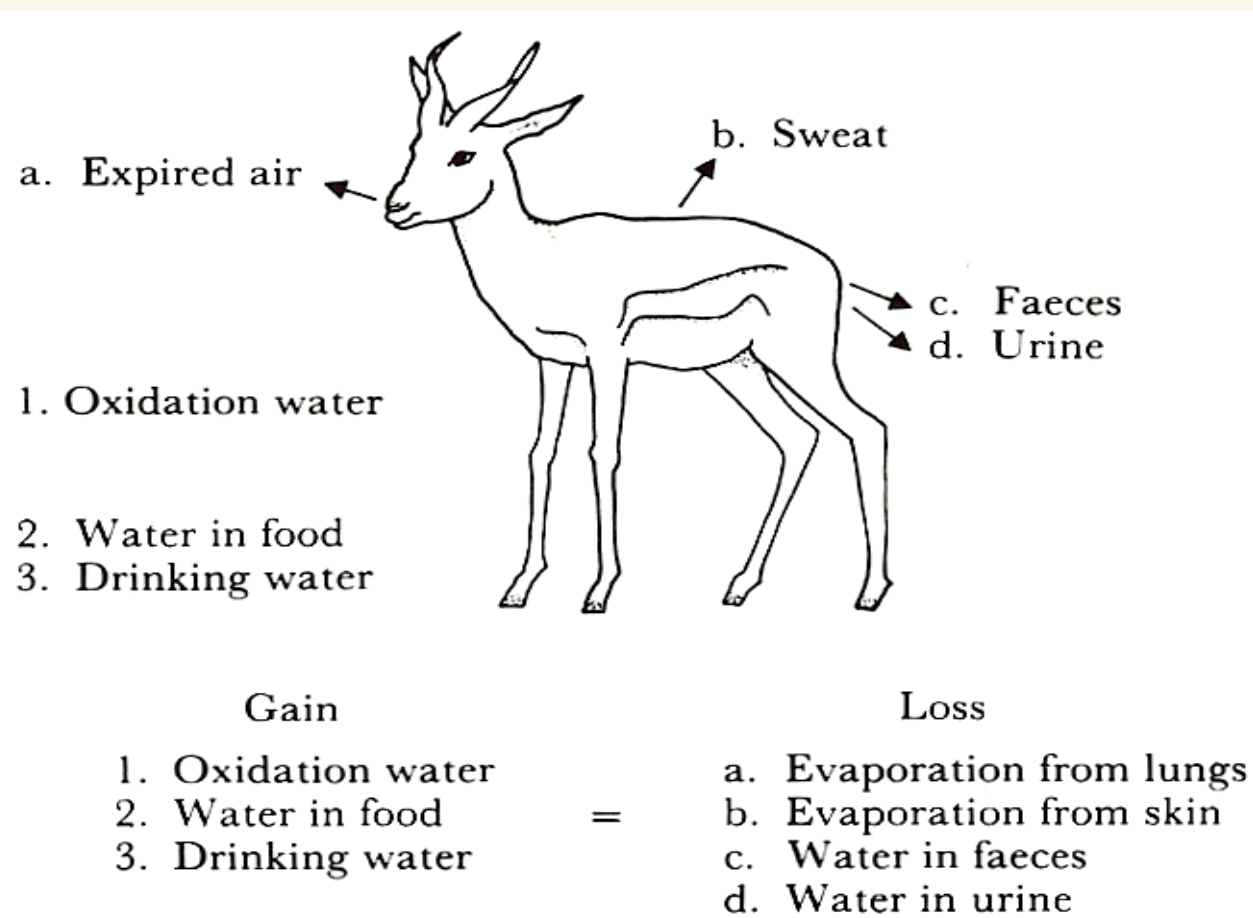
*Anpassningar hos ökenräv, rödräv och fjällräv  
Alla är opportunister med klimatanpassningar*



# Faktorer som påverkar vattenbalansen

Solstrålning, markstrålning, vind och hög temperatur samt låg luftfuktighet och aktivitet ökar kroppstemperaturen.

Djur sänker kroppstemperaturen genom att avge värme främst genom transpiration och respiration vilket leder till vattenförlust.



När glukos oxideras i citronsyra cykeln och andningskedjan bildas vatten som biprodukt sk. oxidationsvatten.

## Vatten i födan (8-80%).

Ökendjur äter inte alltid för att få i sig energi. Suckulenter med mkt. dåligt näringsvärde äts även av rovdjur.

## Födans innehåll.

Hög fetthalt ger mycket oxidationsvatten, proteinrik ger lite. Frön är fettrika.

## Djurets beteende.

Att undvika rovdjur är vattenkrävande. San-folket i Kalahari förföljer ibland sina bytesdjur till kollaps.

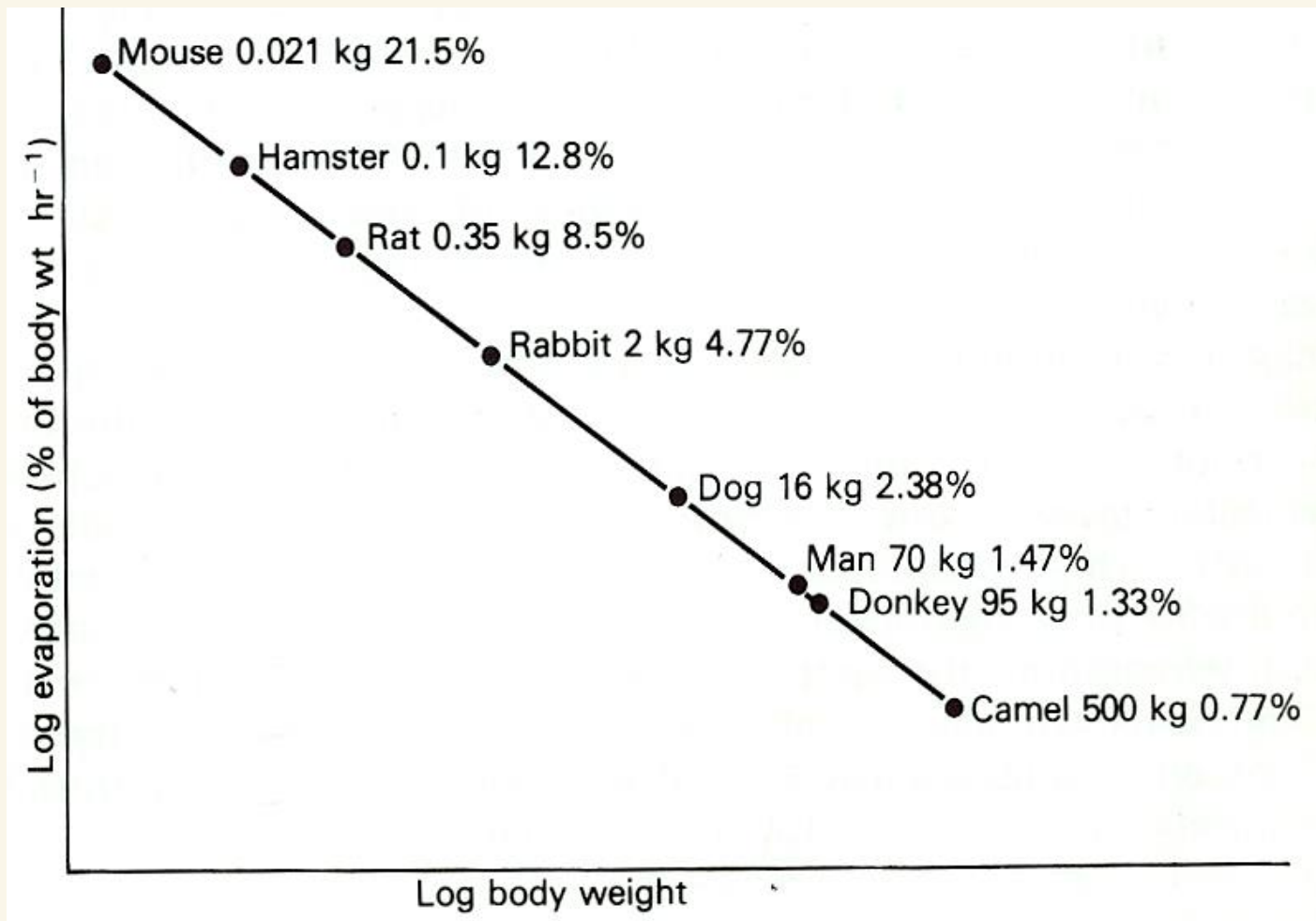
## Djurets storlek (vikt).

Små djur gör av med mera vatten i förhållande till sin vikt än vad stora gör





# Djurens storlek och vattenförlust



*Vattenförlust i % av kroppsvikt och timme för att bibehålla en konstant kroppstemperatur av 40 grader. Hare, 1dl/ timmen*

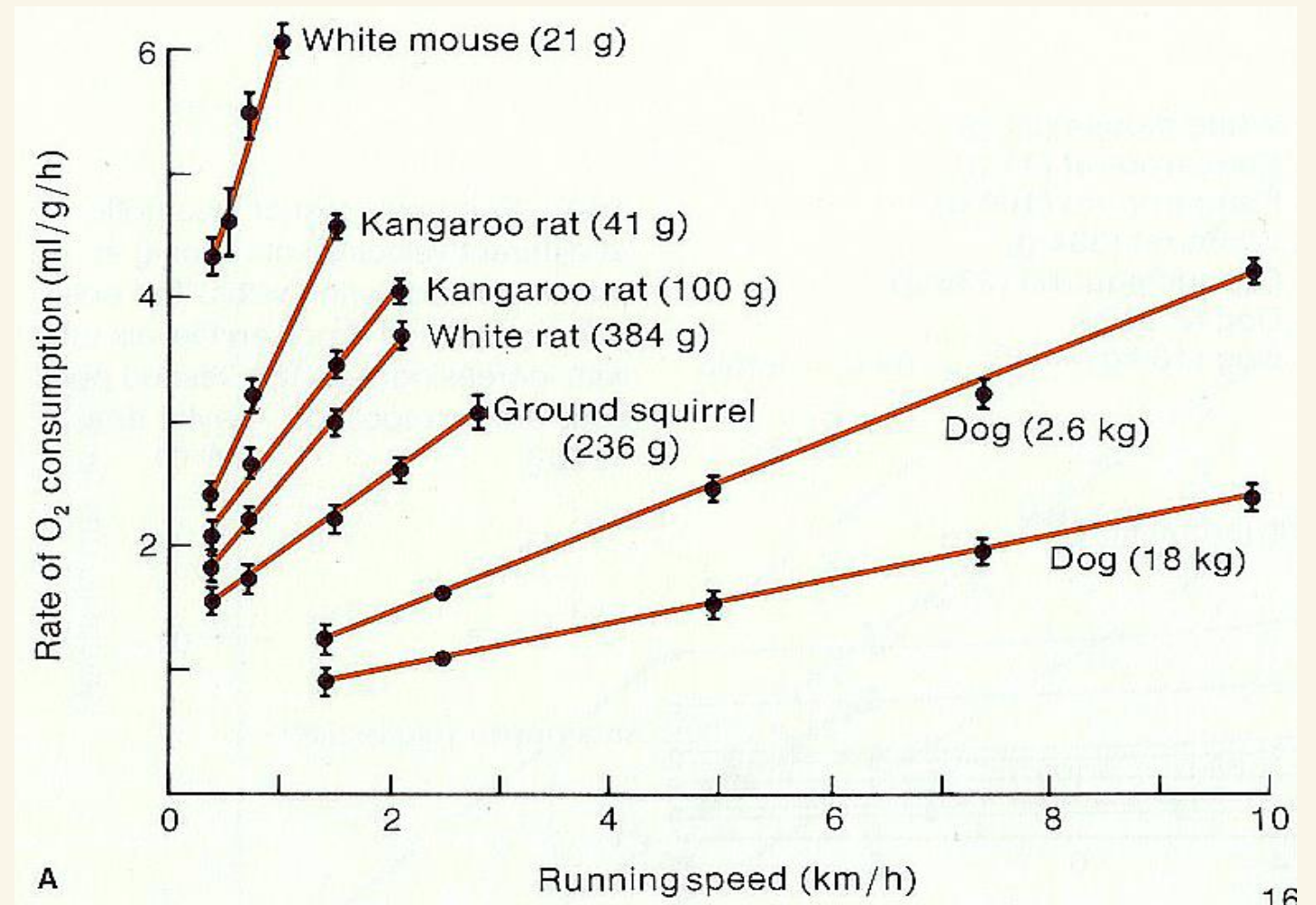
**Små djur** har en stor kroppsytta i förhållande till sin vikt och ökar sin kroppstemperatur snabbt i solen. De **undviker** därför solen i hög grad. Om de kunde svettas skulle de dehydrera på några timmar. Gnagare, fåglar.

**Stora djur** har svårare att undvika sol, de **uthärdar** men utnyttjar skugga. Djur som kan transpirera (antiloper, boskap, noshörningar, får och hästar svettas). Hunddjur, grisar, harar, fåglar och kräldjur svettas ej de kyler sig genom respiration. Elefantöron = termoregulatorer.



# Djurens aktivitet och rörelse

- Ett litet djur har högre relativ metabolisk hastighet vid vila eller födosök.
- **Små djur** ökar även sin metaboliska hastighet snabbare än stora djur vid rörelse. (Näbbmöss 8 g)



**Små djur** gör av med mer vatten och energi relativt stora djur men naturligtvis mindre i absoluta tal. Riktigt små däggdjur måste äta konstant.

Trots detta hittar man oftast små djur i ökenlandskap sällan stora. Bristen på föda och vatten begränsar de stora djuren mer i absoluta tal.

Däremot bör vi förvänta oss i mkt. hög grad finna energi och vattenbesparande anpassningar hos de små djuren.



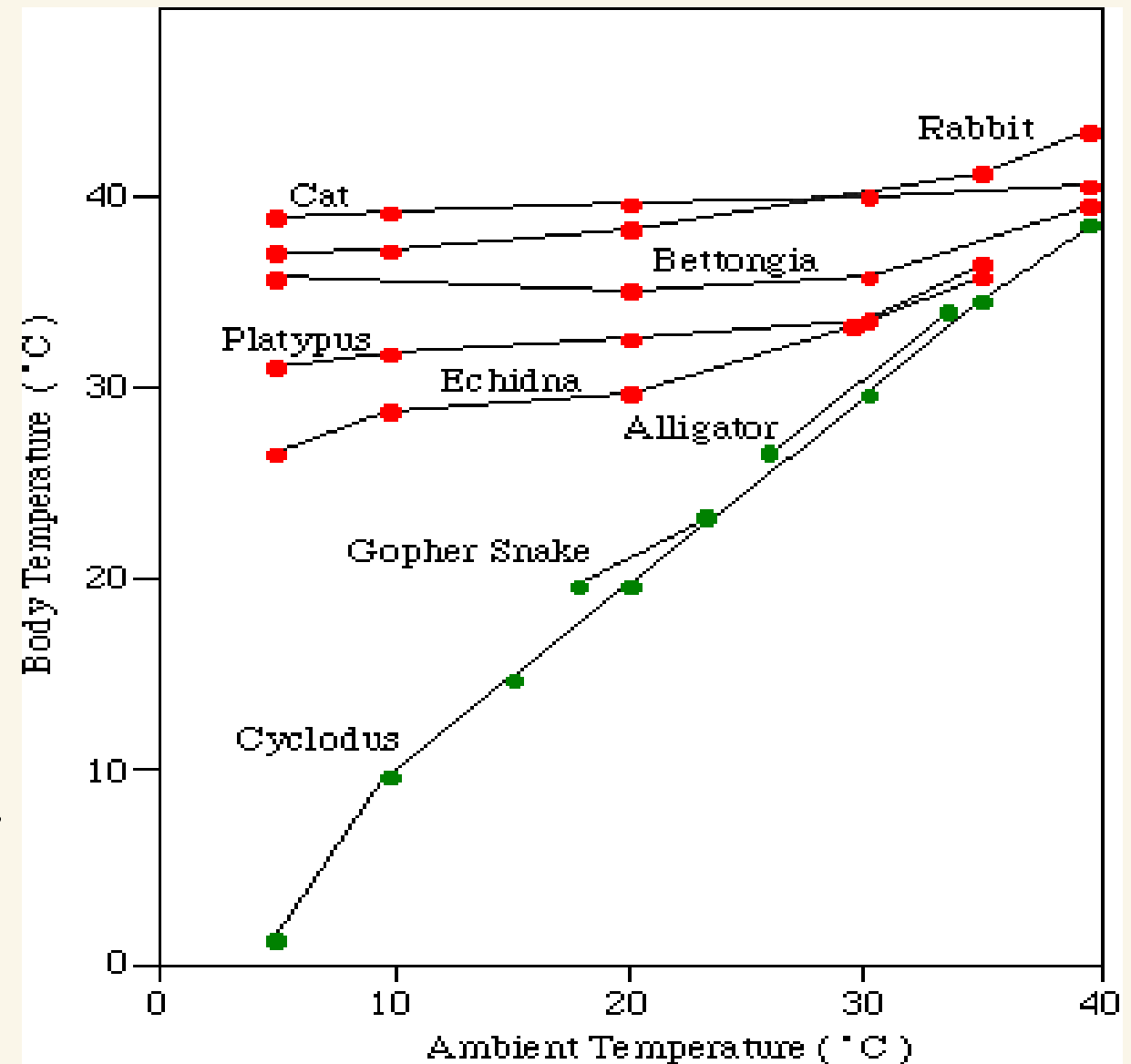
Vad har då faktorer som typ av thermoregulation, vattenbalans och storlek för betydelse för djurlivet i ökenområden ?

**Jämnvarma** djur kan vara mer aktiva, söka föda, försvara sig eller fly undan predatorer när som helst på dygnet.

**Växelvvarma** djur kan endast göra detta optimalt när de är uppvärmda.

Nackdelar för de jämnvarma är att de gör av med mer vatten och föda än de växelvvarma.

Näbbdjur, myrpiggsvin, wallaby. Cyclodus= skink



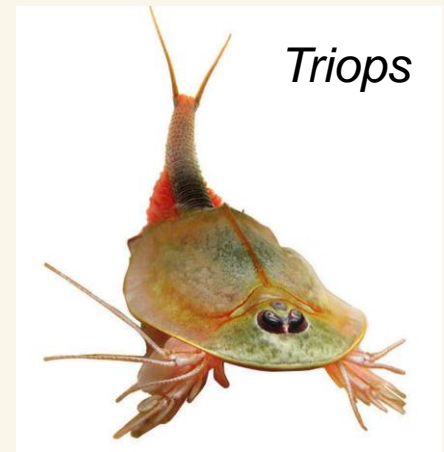
*För båda typerna av djur måste dock morfologiska, fysiologiska och beteendeanpassningar finnas för att undvika för höga kroppstemperaturer och därmed vattenförluster, få tag i föda och undvika predatorer i ett ökenklimat.*



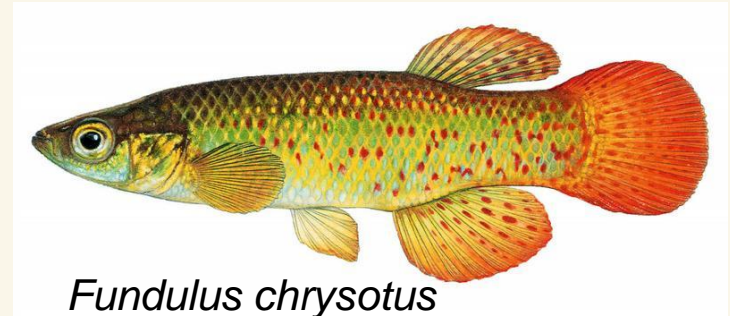


# 1. Undvika ökenklimatet (rymmare, växt)

De flesta djur och växter överlever i öknen pga. de inte "lever" där. "Undvikare"



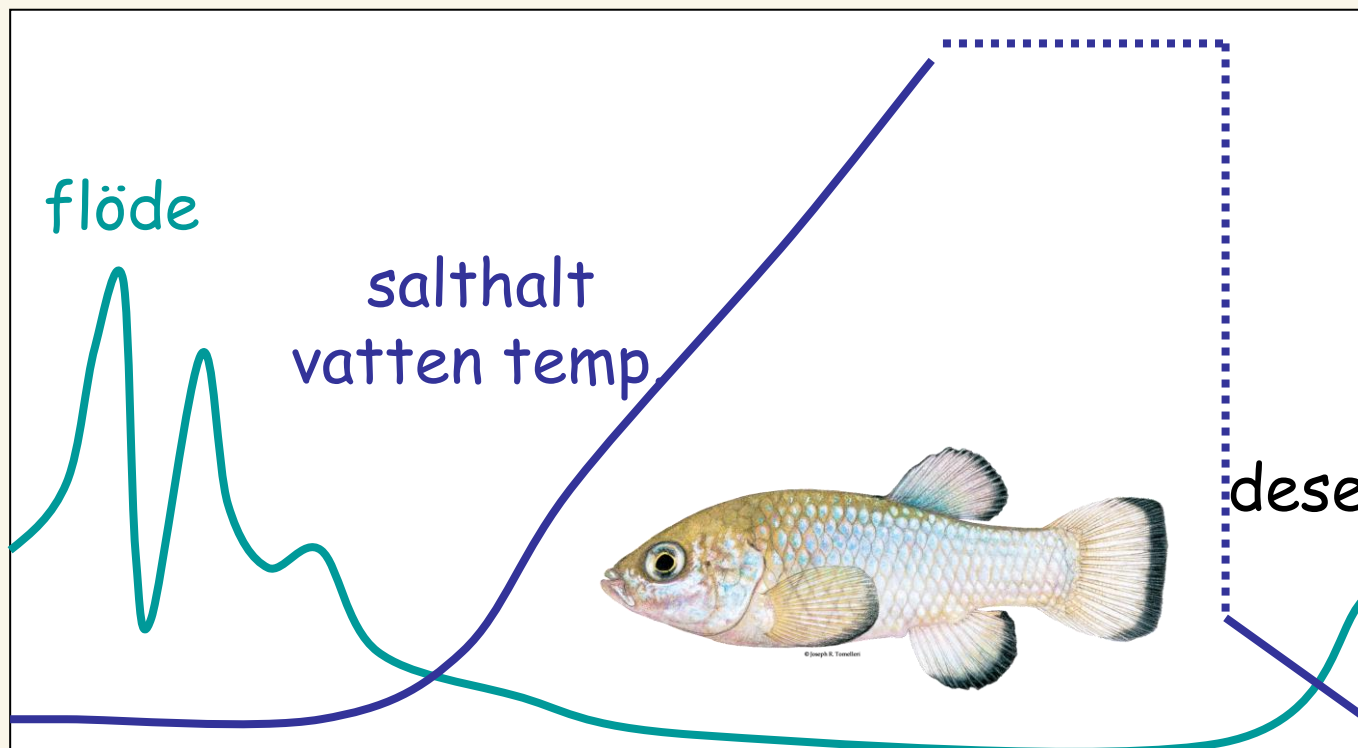
**1:1. Diapaus.** Långa inaktiva perioder i form av ägg, kokonger, höljen i väntan på vatten). T.ex. i vattensänkor utvecklas kräftdjur (*Triops*, *Artemia*) under två veckor, varvid nära hela livscykeln fullbordas. Annuella tandkarpar.



vinter

sommar

vinter



liv

lägger ägg, dör

kläckning

Salt Creek, Death Valley





## 1:2. Säsongshibernering.

Kroppstemperaturen och den metaboliska hastigheten reduceras drastiskt (2-4ggr), en sömnlignande dvala inträder.

Flera ökenlevande jordekorrar (*Citellus*, *Tamias*), pungdjur, skovelfotsgrödor (*Scaphiopus*) och även en fågelart, dvalnattskärran (18°C) har denna typ av anpassning för att invänta mer gynnsamma förhållanden. (Sonora)



Jordekorrar

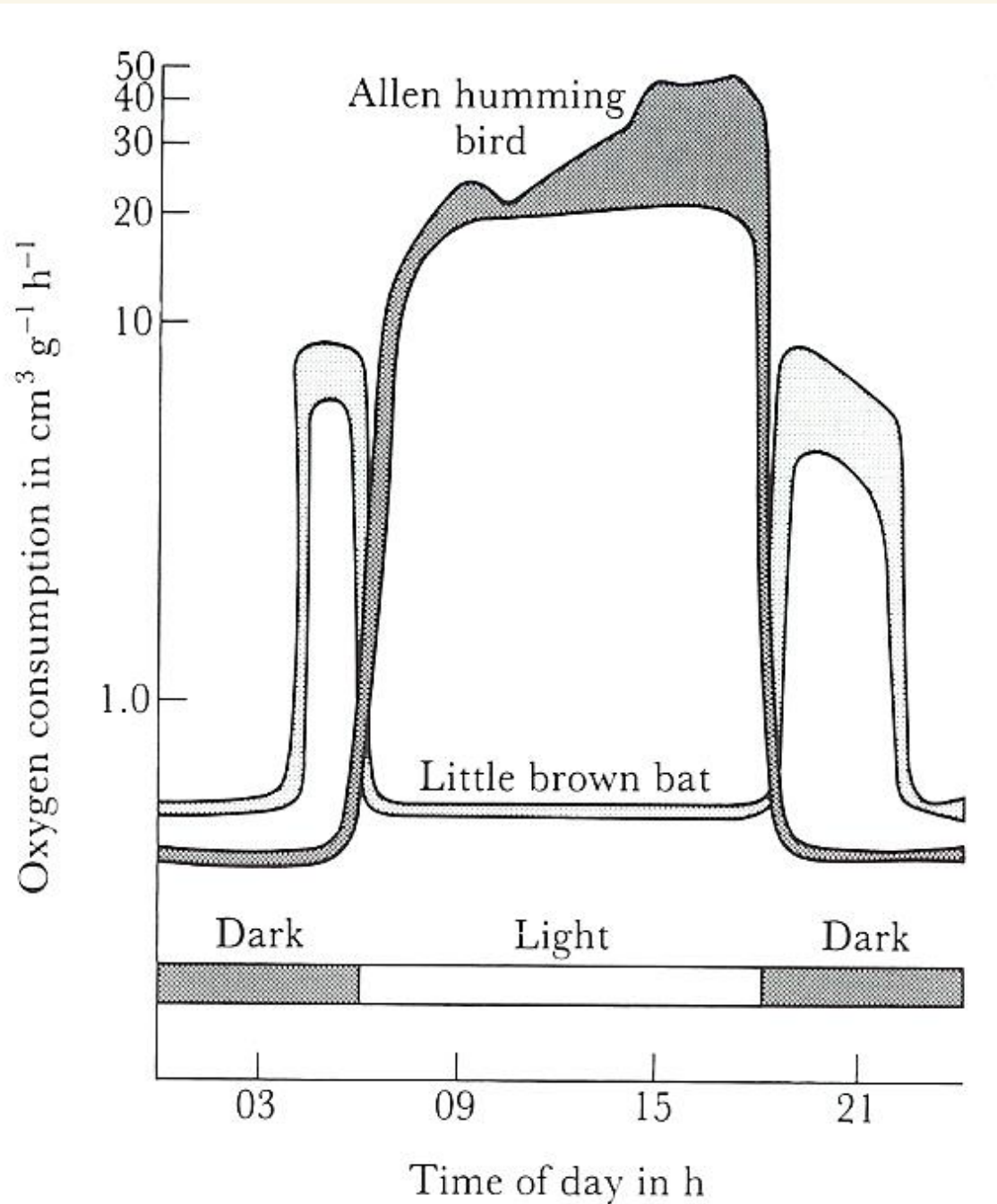


Shipmunks





**1:3. Dygnshibernering** sänker syrekonsumtionen kraftigt och därmed den metaboliska hastigheten under de minst gynnsamma perioderna hos två ökenlevande arter.



**Allens kolibri**  
Nektar



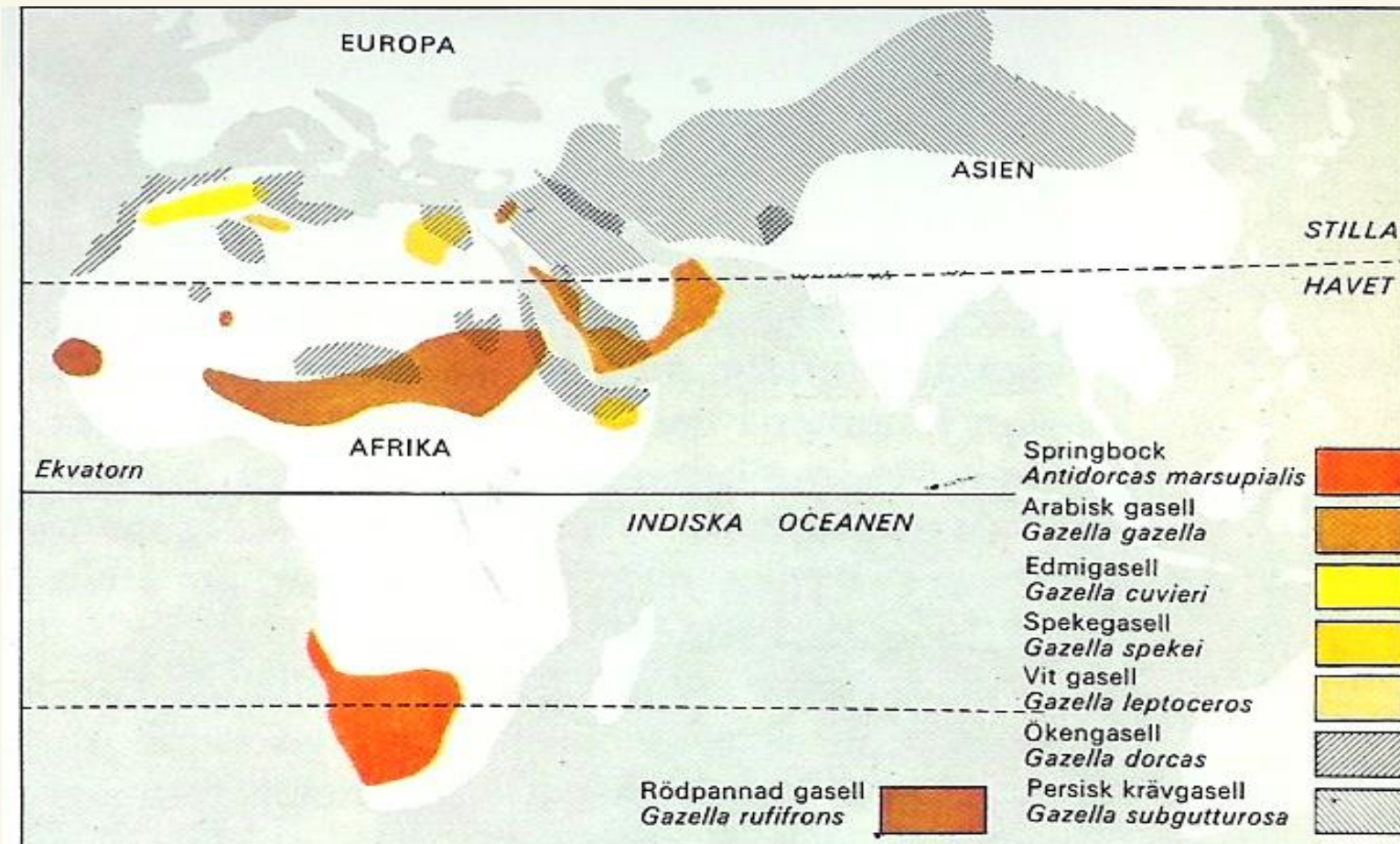
**Liten ökenfladdermus**  
Insekter, pollen och nektar



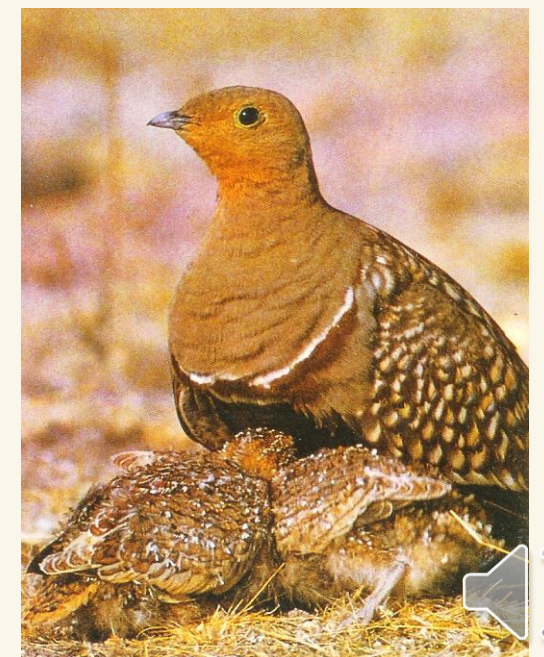


## 1:4. Migration (att vara rörlig underlättar)

Gaseller och Gaffelantiloper behöver normalt ej dricka utan vandrar i jakt på vattenrika rötter och växter. Kan vara utan vatten upp till 12 dagar. Luktas sig till vatten.

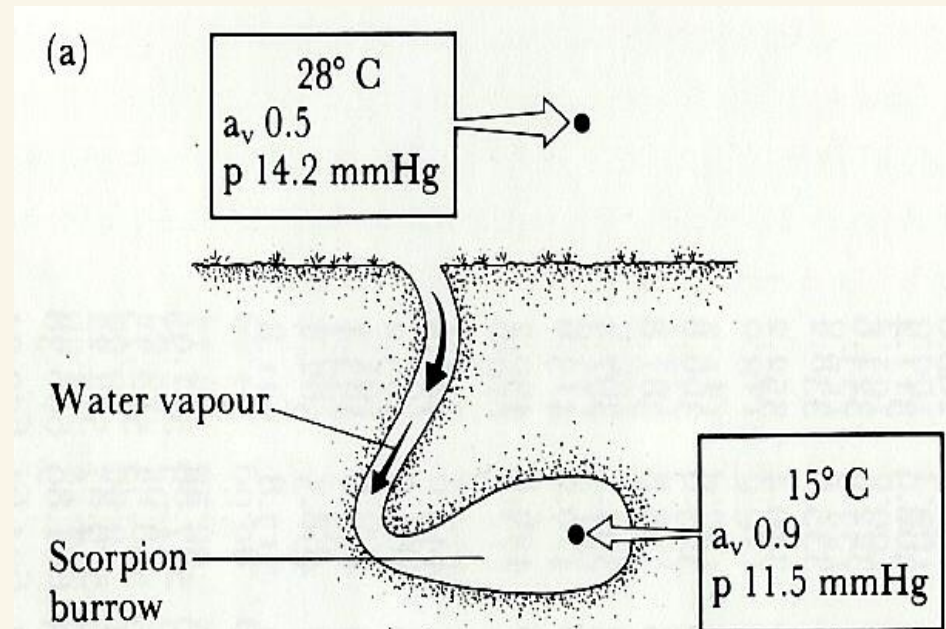
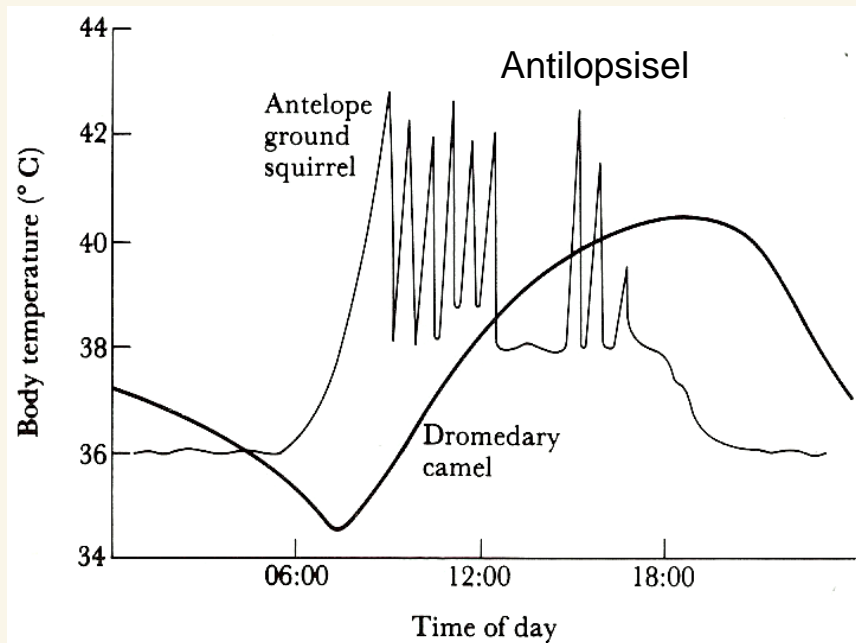


**Kapflyghöna** (*Pterocles*) flyttar i stora flockar i jakt på föda och vattentillgång. Dock under häckningen är den stationär, måste dricka var 3:e dag och har en unik förmåga att bära med sig vatten i bukens bistrålar (fjädrar).  
Inte unikt för ökenfåglar.

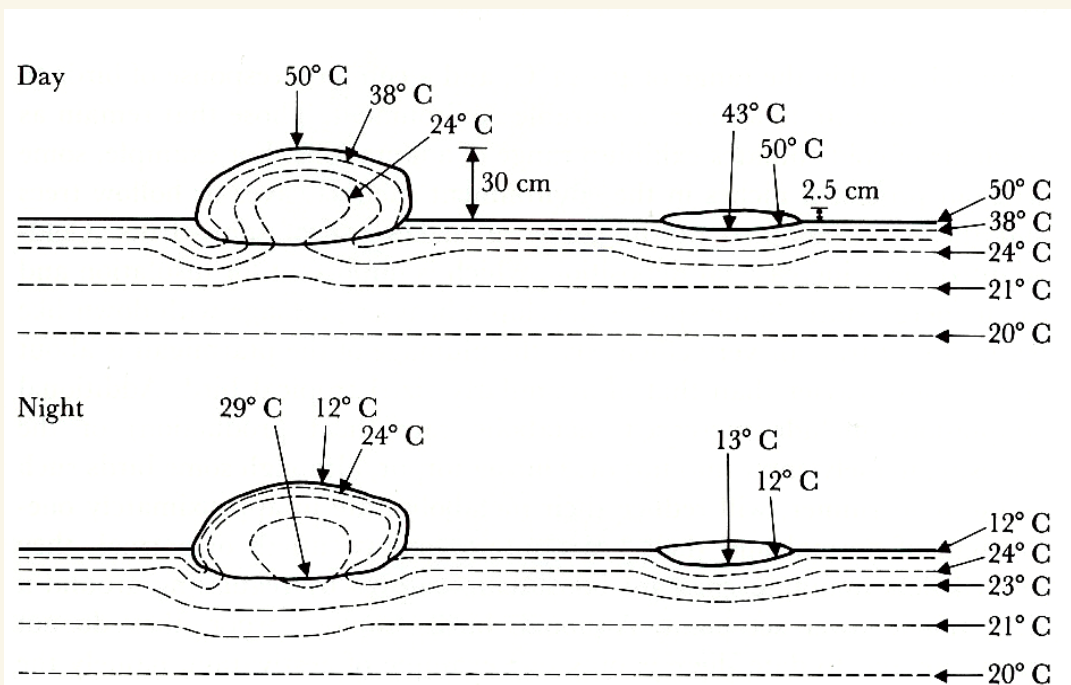




# 1:5. Bimodal aktivitet. Aktivitet under morgon och kväll. Utnyttja skugga, gräva ner sig eller utnyttja håligheter. Stora däggdjur har oftast bimodal aktivitet och uppsöker skugga.



Luftfuktighet tränger ned i hålor pga. luftfuktighetstrycket där är lägre och kondenserar i viss mån på skorpionen. Spindlar, insekter, ödlor



Temperaturväxlingar i sand och på stenar under dagen och natten. Djur finns under stora stenar

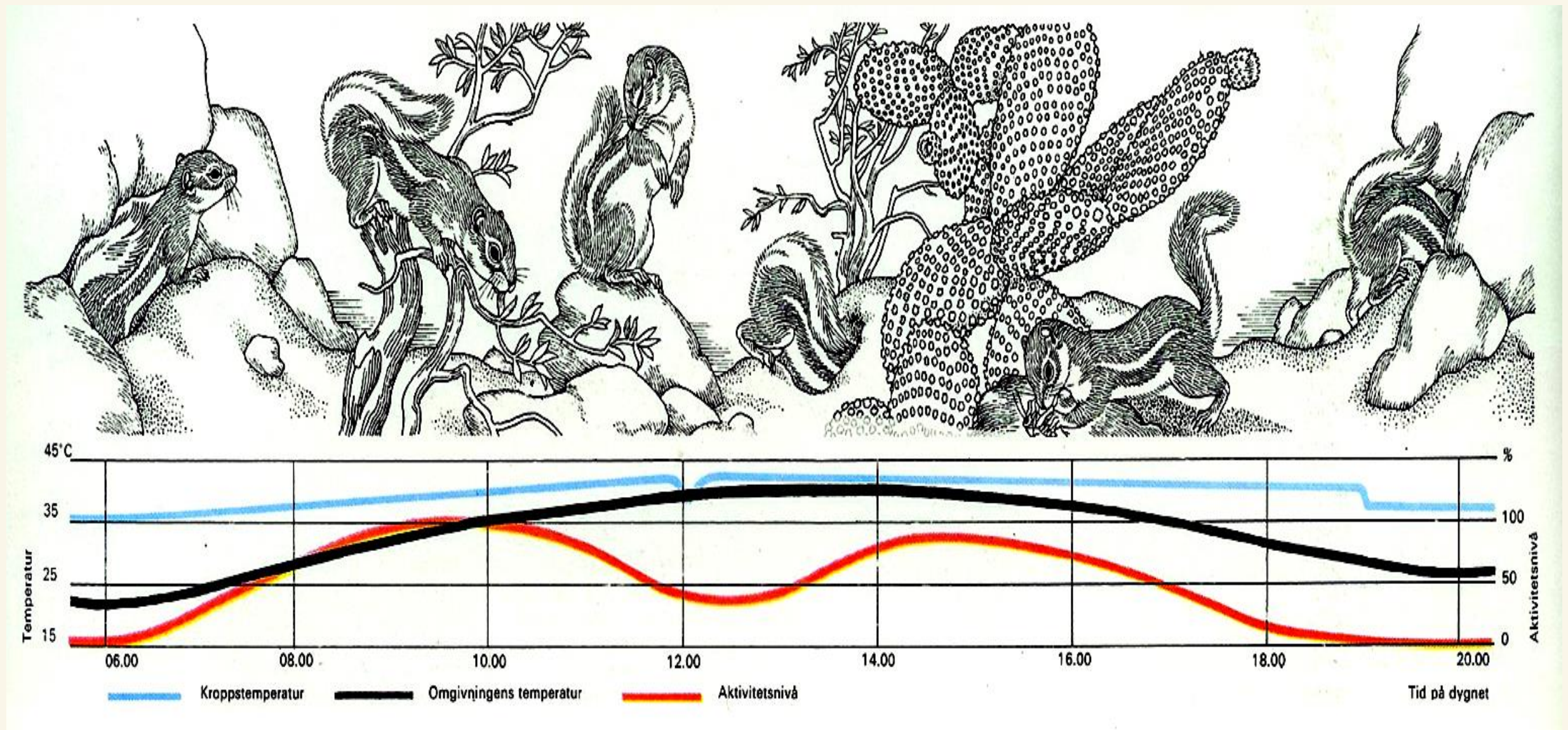
Mc Mahons huggorm och sandsimmande skinkar är exempel på djur som använder sanden både som temperaturskydd, vid jakt samt försvar.





## Bimodal aktivitet (forts.)

Små däggdjur har både bimodal och periodisk aktivitet samt utnyttjar håligheter.



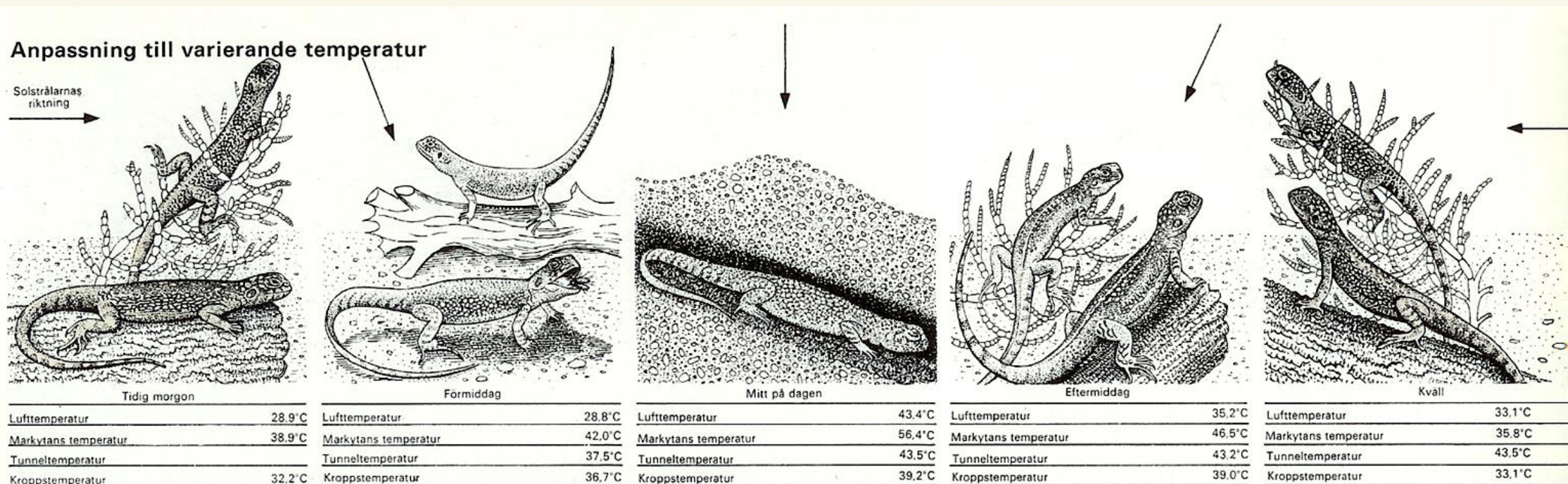
**Antilopsisar** i Mojaveöknen har bimodal aktivitet, springer ner och upp ur hålor, tar lunchrast och skuggar kroppen med hjälp av svansen.





# Bimodal aktivitet (forts.)

Växelvvarma djur som reptiler, groddjur och insekter har också bimodal aktivitet, gräver ner sig samt utnyttjar håligheter. De flesta är även aktiva på natten om ökenklimatet ej är för kallt



Ödlor solbadar på morgonen, är aktiva på förmiddagen, undviker sol mitt på dagen, är aktiva på eftermiddagen igen och solbadar på kvällen. Växlar färg efter aktivitet.



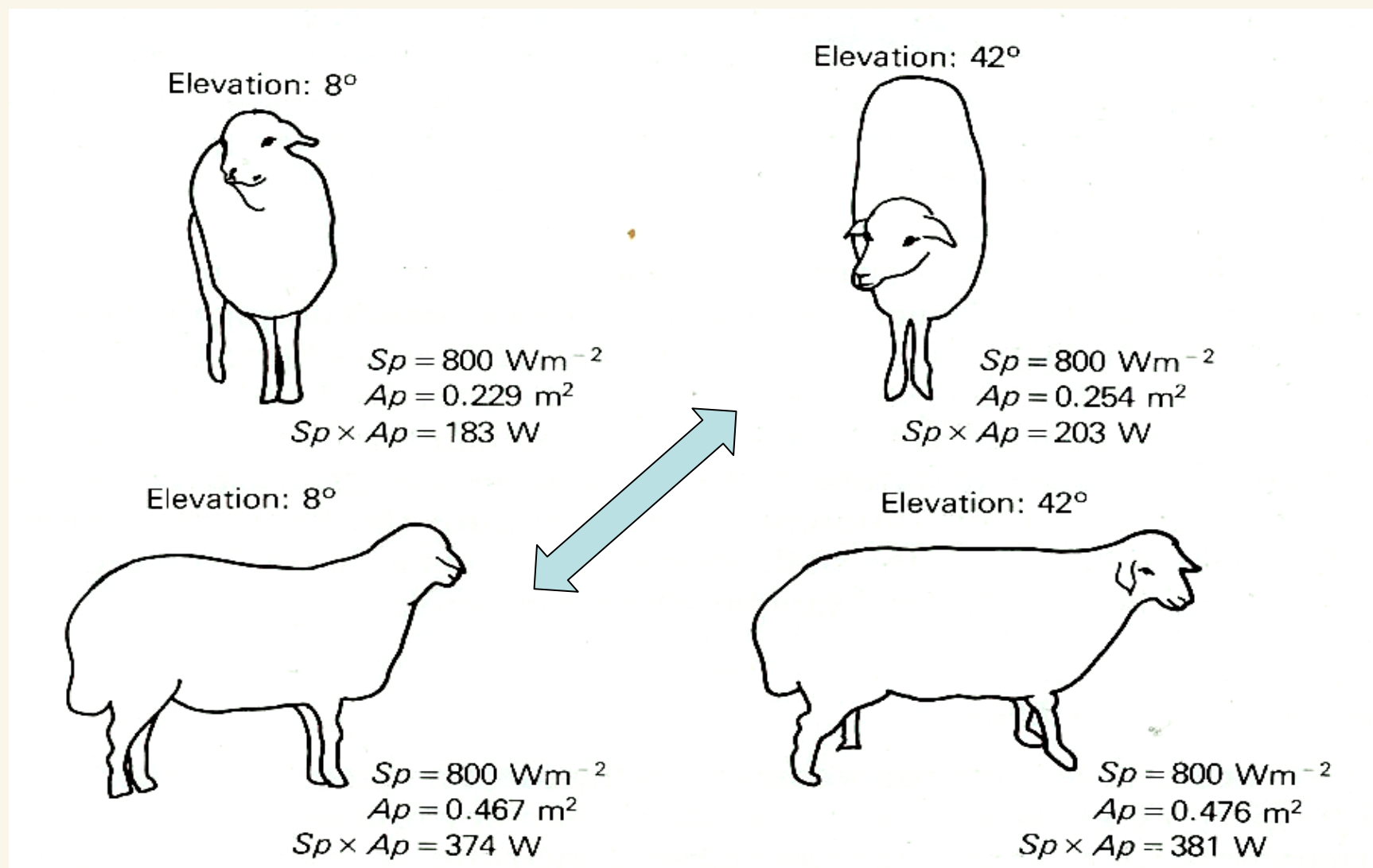
# 1:6 Beteendemässig temperaturreglering

Djur orienterar sig optimalt för att reducera värmeupptaget från solinstrålningen.

Med kropp saxeln parallellt med solstrålningen halveras nästan värmeupptaget.

Morgon (kallt)

Förmiddag (varmt)



Ökenlevande fettsvansfår med ektopisk lagring av fett.

$Sp$  = solinstrålning (W)

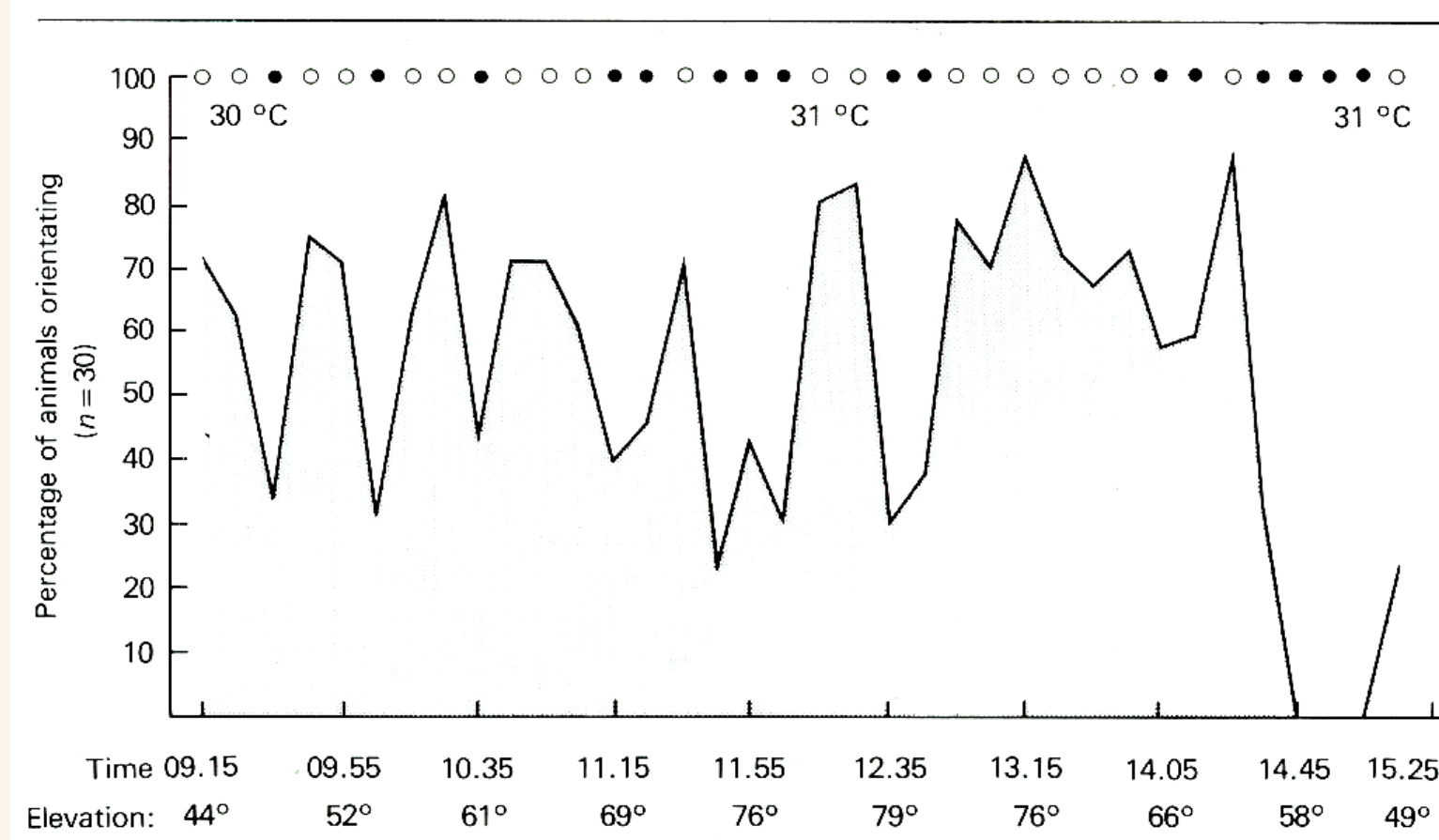
$Ap$  = Fårets yta mot solen ( $\text{m}^2$ )

**Förutsäger synkrona beteenden?**





Springbock i grupper visar samma synkrona mönster där den optimala orienteringen endast bryts upp vid molnigt väder (svarta punkter)



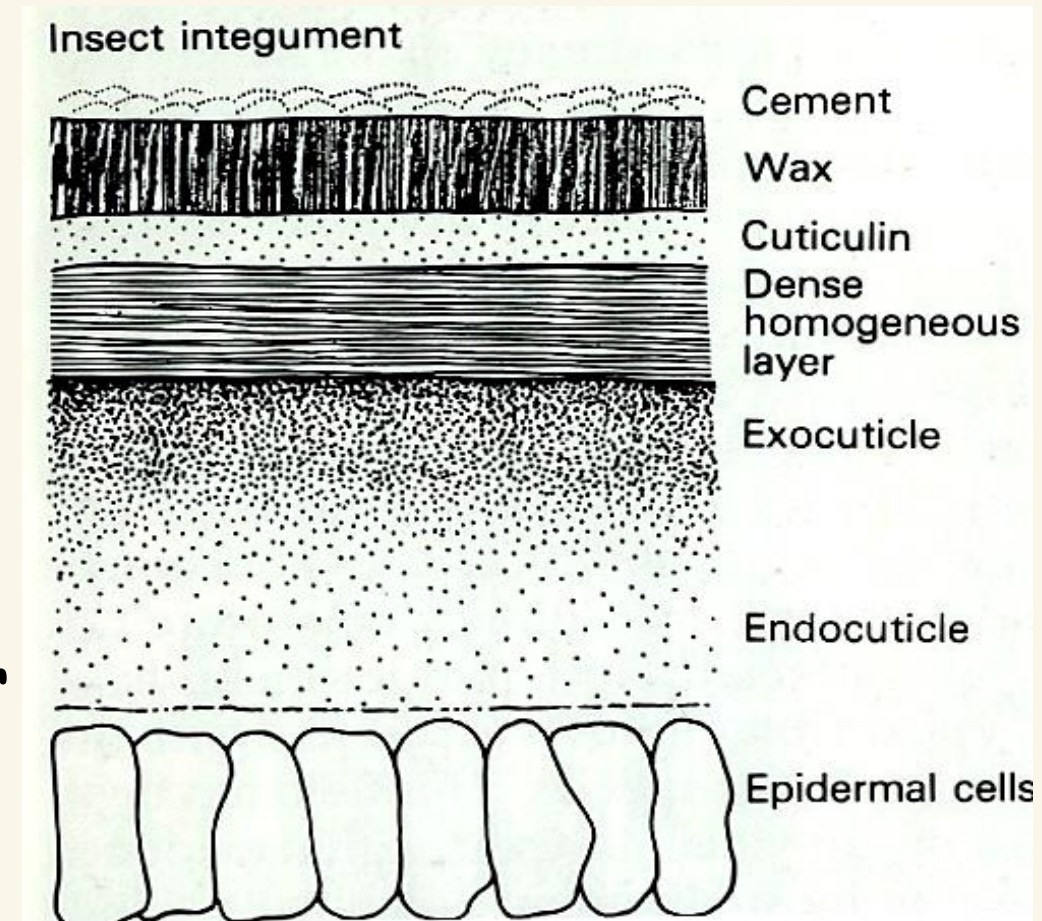
## 2. Morfologiska anpassningar

### 2:1 Yttre lager

Insekter och andra leddjur har en nästa vattensäker ytterhud i flera lager där den yttersta cementlagret består av ett svårlösligt lipidlager.

Groddjur som måste hålla sin hud fuktig för sin hudandning kan minska vattenförlusten genom att avge en lipidfilm från speciella Hudkörtlar, parietalkörtlar (giftkörtlar)

Fåglar och små däggdjur svettas ej och förlorar därmed inte så mycket vatten. Men har i gengäld svårare att reglera kroppstemperaturen.





## 2:2 Fjädrar och päls

Djur som har tjock päls eller fjäderdräkt har vanligtvis inte utvecklat svettkörtlar men använder denna beklädnad som solskydd och medel för värmeavledning samt strålningsreflektion

### Struts

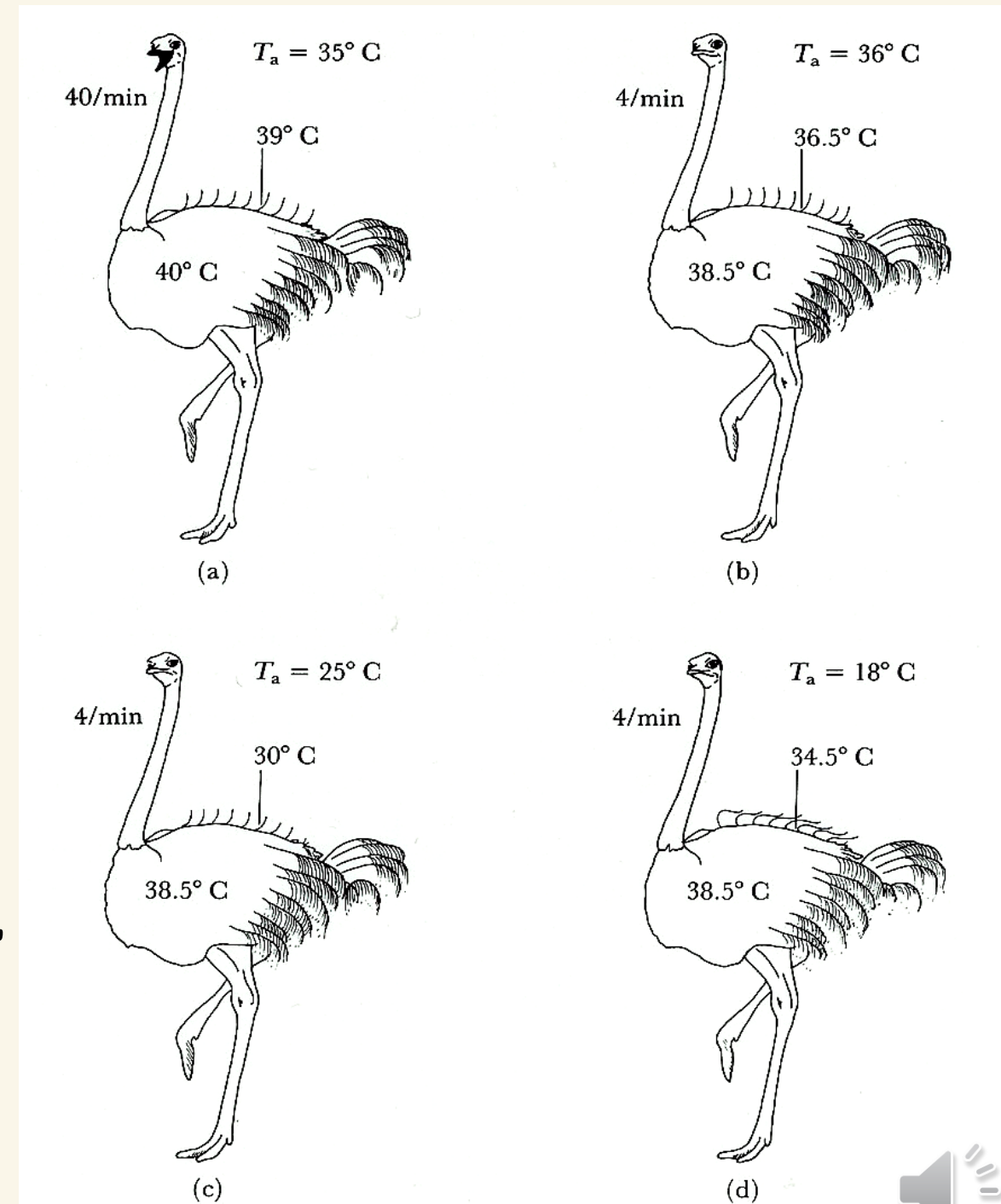
(a) Mitt på dagen reglerar strutsen sin kroppstemperatur genom att flämta 40/min (vattenförlust) och att resa sina fjädrar så en viss värmeavledning sker. Hög temp./solinstrålning.

(b) Vid blåst (4-5m/s) räcker resningen av fjäderdräkten för att avleda värme.

Uppsöker ofta mer vindutsatta miljöer

(c) Vid skugga,  $25^{\circ}\text{C}$

(d) På natten då temperaturen är låg,  $18^{\circ}\text{C}$  ändras fjäderdräkten för att bilda ett isolerande lager. Kryper ihop nära marken.

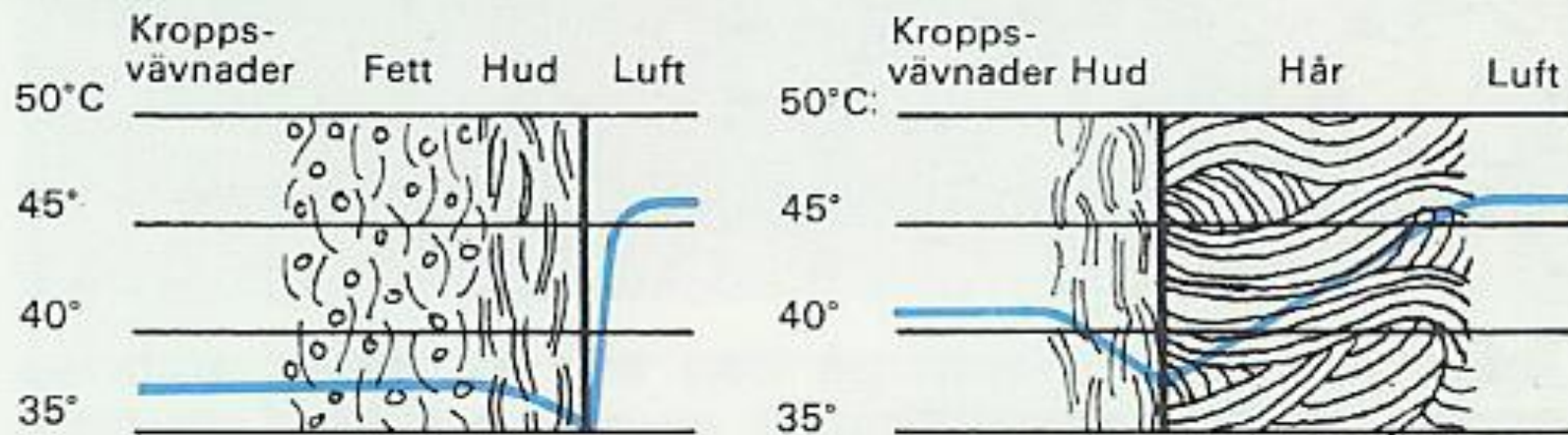


## 2:2 Fjädrar och päls (forts.)

### Få stora djur i öknarna!

Även om päls hos däggdjur isolerar och stora djur har en proportionerligt mindre metabolism, vattenförbrukning och kostnader vid rörelse så är de absoluta energi och vattenkraven oftast för höga för stora djur. Stora djur kan inte fly undan ökenklimatet på samma sätt som små djur kan.

Kameler har klarat att anpassa sig.



Svettning som temperaturregulator hos människan.

Värme i vatten avges i epidermis

Päls som isolerar minskar behovet av svettning hos kamelen och minskar värmeförluster under natten

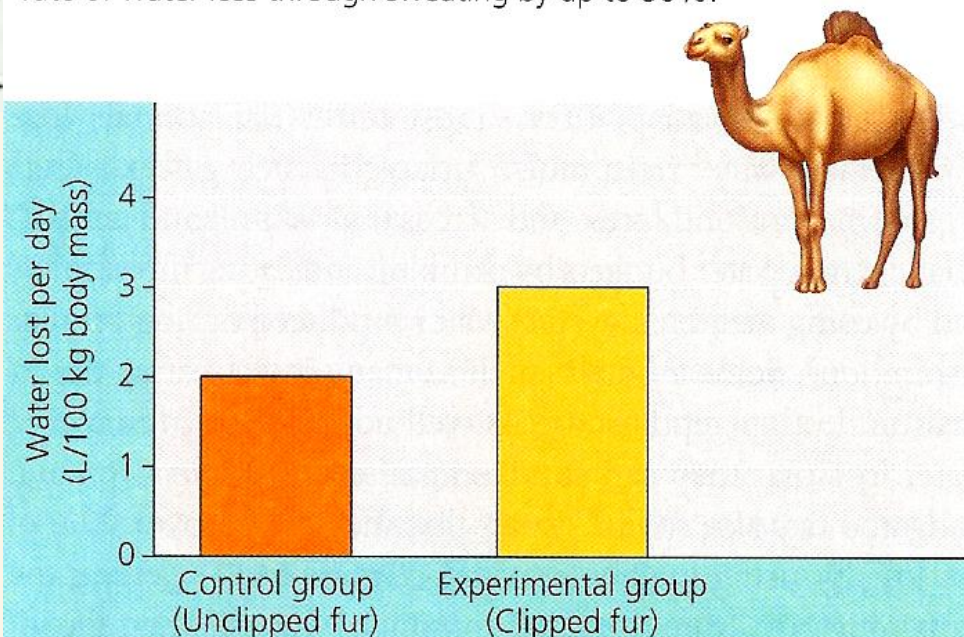
### Inquiry What role does fur play in water conservation by camels?

#### EXPERIMENT

Knut and Bodil Schmidt-Nielsen and their colleagues from Duke University observed that the fur of camels exposed to full sun in the Sahara Desert could reach temperatures of over 70°C, while the animals' skin remained more than 30°C cooler. The Schmidt-Nielsens reasoned that insulation of the skin by fur may substantially reduce the need for evaporative cooling by sweating. To test this hypothesis, they compared the water loss rates of unclipped and clipped camels.

#### RESULTS

Removing the fur of a camel increased the rate of water loss through sweating by up to 50%.



#### CONCLUSION

The fur of camels plays a critical role in their conserving water in the hot desert environments where they live.



## 2.3 Djurs färg, struktur och storlek

Ljusa djur reflekterar och mörka absorberar ljusstrålning, en sanning med stora modifikationer.

Djur är oftast kamouflerade

**Kräldjur** som kan skifta färg har stora fördelar eftersom de kan värmas upp snabbare tidigt på morgonen och kan reflektera mer ljus mitt på dagen.

**Hos fåglar och däggdjur** stämmer inte första punkten eftersom fjädrar och päls har strukturer som kan isolera varför färgen har mindre betydelse.

*Tuppgökar och gamar kan ha yttertemperaturer upp till 84° C i fjäderdräkten men endast 40° C vid huden.*

*Sänks med 10-15 °C redan vid vindhastigheter på 3-4 m/s och generellt är det bättre att ha mörk fjäderdräkt då. (Skorstenseffekt)*





# 3. Fysiologiska och beteendeanpassningar

## 3.1 Temperaturlötolerans

- Proteiner som enzymer börjar denatureras vid 42°C.
- Djur i öknar har flera typer av **isoenzymer** vilket möjliggör högre aktivitetstemperaturer.
- Många insekter, spindlar, leddjur och reptiler har olika typer av **yttre vaxlager** som har höga smältpunkter 45-100°C



*Dipsosaurus dorsalis* (40-45 °C)

(Ökenleguan, Death Valley)



Geckoödlor och skorpioner i Kalahari (50-55 °C)

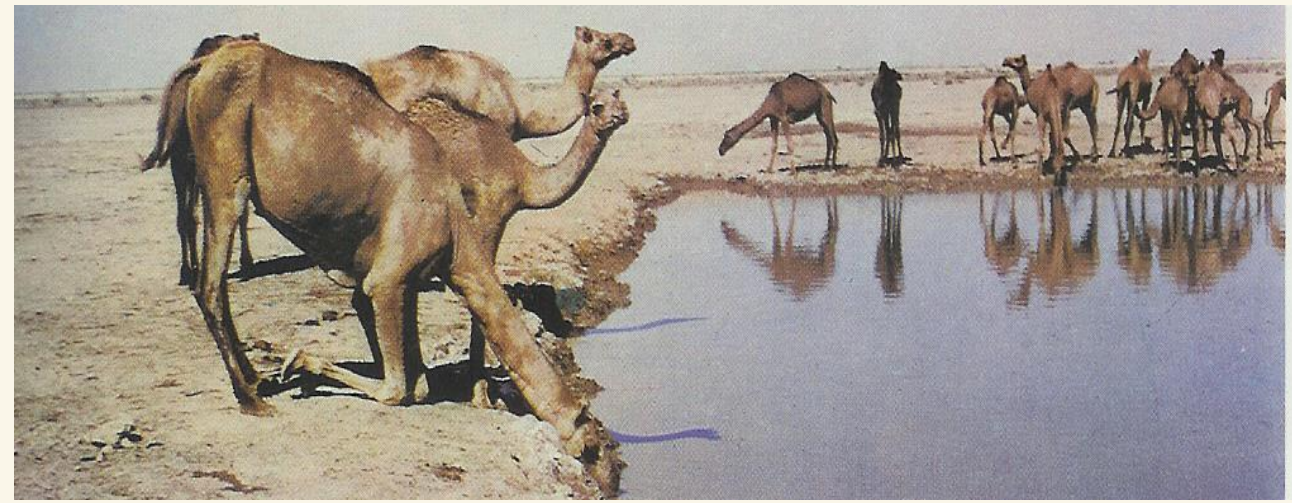




## 3.2 Lagring

### Vatten och fettlagring

- Vissa djur kan dricka enorma mängder vatten utan att påverka vattenbalansen i blodet.
- Nubisk åsna, 60 liter. Dromedar och kamel 120-186 liter.
- Kräddjur kan lagra vatten i speciella kroppshålor.  
(relativt 7,5 liter)



Fett kan lagras som energireserver och vatten frigörs vid nedbrytning av fett.

Detta lagras inte under huden eftersom det skulle försvåra värmeförluster, utan i ektopiska fettdepåer som hos kameler, dromedarer och hos zebu-boskap eller i svansen som hos får och ödlor.



### 3.3 Tolerans mot dehydrering

Reptiler kan förlora 20-30 % av kroppsvikten i vatten.

Dromedarer kan förlora 30%, men förlorar då det mesta (60%) från magen.

Kroppstemperaturen kan variera 6-8 grader

Väsentligt är att blodcirkulationen fungerar så länge som möjligt.

Människan dör vid 12-15% och har då förlorat förmågan till cirkulation.



*Dromedarer dör när de förlorat över 30%*

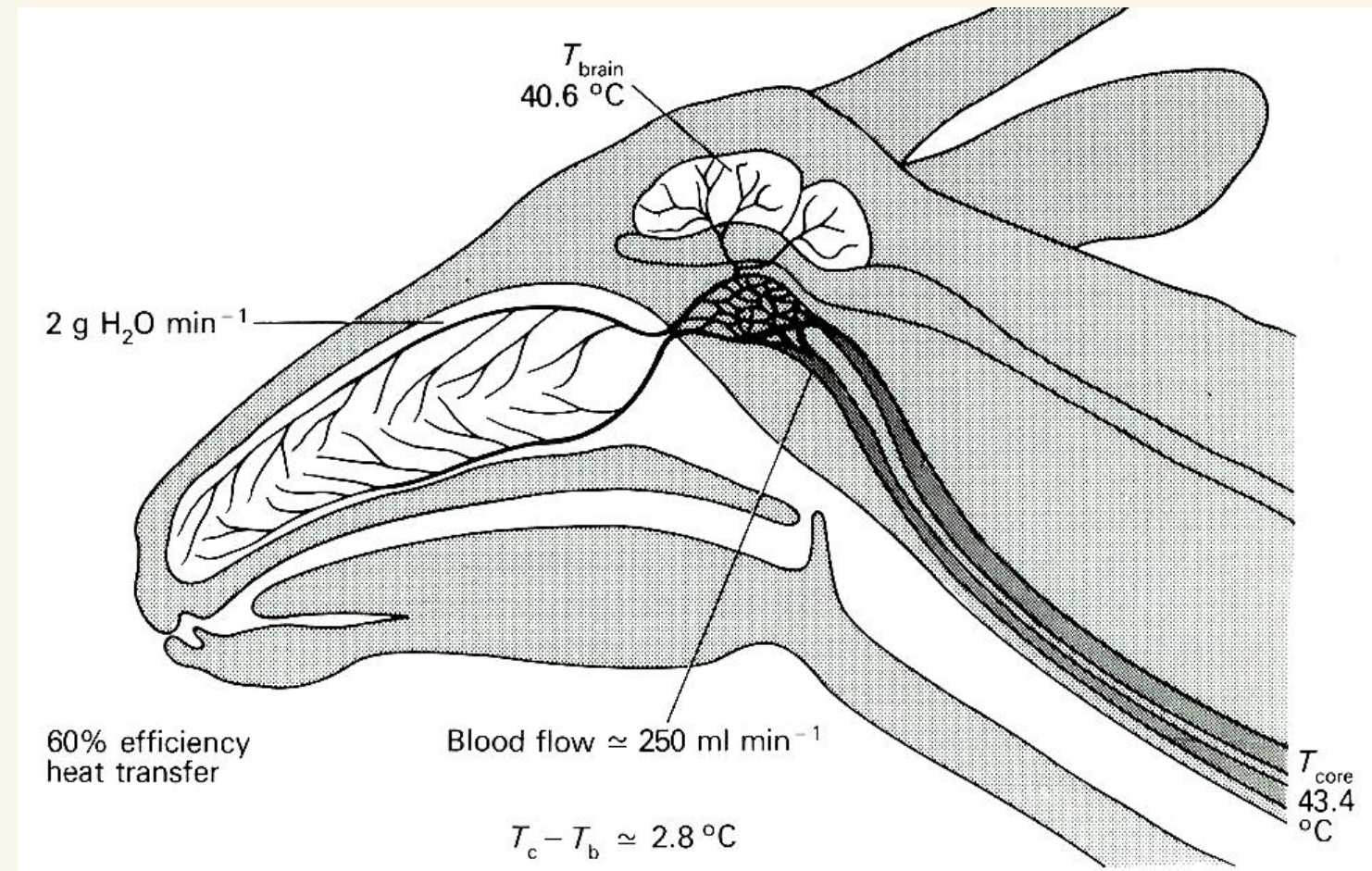




## 3.4 Adaptiv heterothermi

De flesta däggdjur har en övre gräns vid 42°C

Elandantilop och oryx kan överleva temperaturer upp till 45°C i upp till 12 timmar.



Värmeväxlare (carotid rete). Hjärnan måste hållas kall.

Arteriellt varmt blod från hjärtat möter kallare blod från nasala området där vattenavgång kyler blodet några grader (2,8°C) vilket medför att hjärnans blod hela tiden är kallare än kroppens.





### 3.4 Adaptiv heterothermi (forts.)

Värmeväxlare är ofta funna hos ökenlevande antiloper och andra bytesdjur som vid flykt oftast inte överhettas pga. denna anpassning.

Extremen är Saigaantilopen (*Saiga tatarica*)

Finns även hos kameldjur och predatorer.





## 3.5 Avfallsprodukter och vattensparande

Metabolismen ger upphov till kväverester som i hög grad påverkar vattenbalansen.

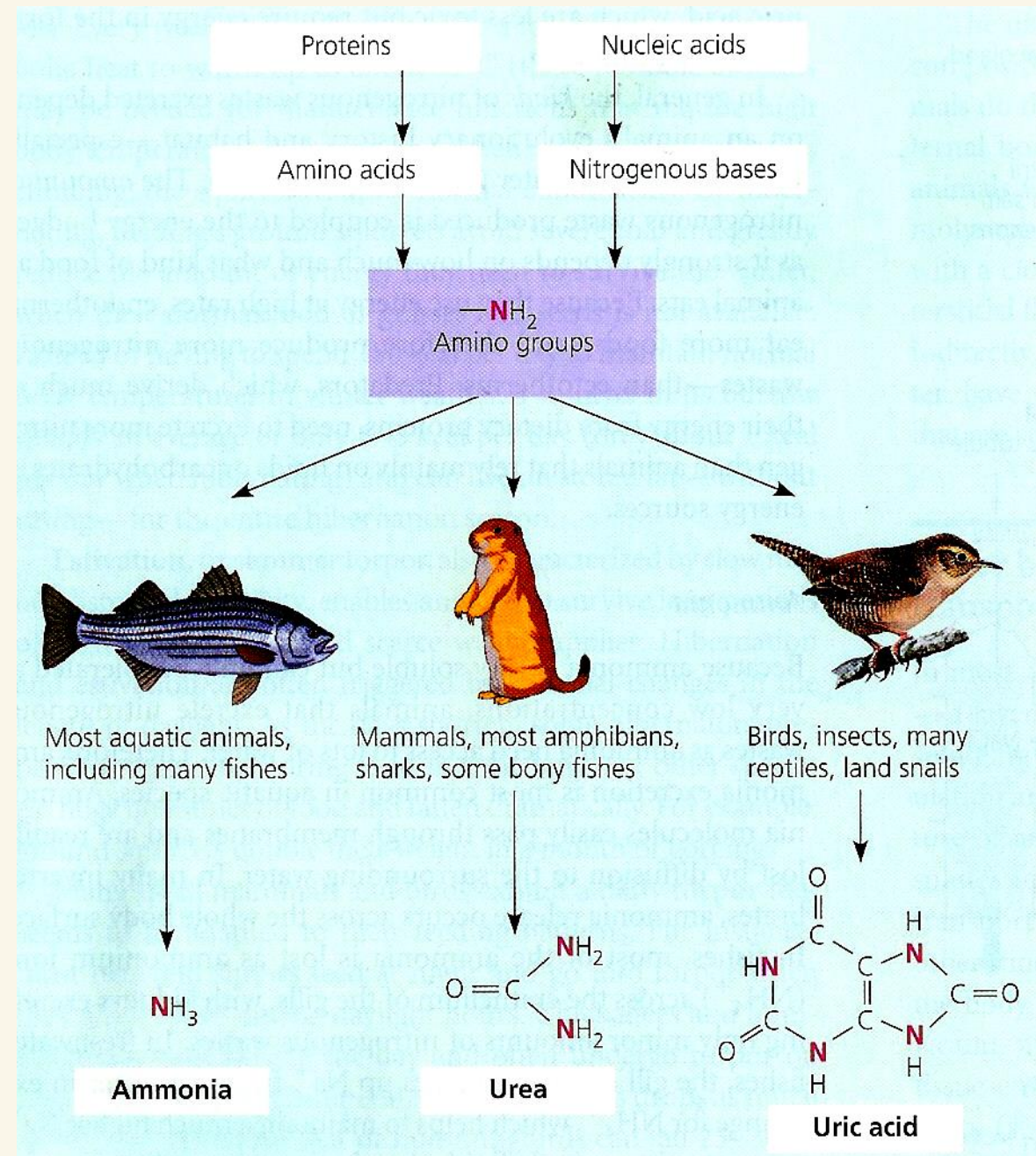
Kväveresterna bildas i första hand när proteiner bryts ned för energiutvinning, eller när de ombildas till kolhydrater och fetter för andra ändamål.

Aminogrudder ( $-NH_2$ ) avges från aminosyrorna och bildar ammoniak ( $NH_3$ ) som är vattenlöslic men dock mycket giftigt för organismen.

De flesta vatten levande djur utsöndrar kväveresterna som ammoniak, genom gälarna.

Landlevande djur kan inte ge ifrån sig kvävet som ammoniak eftersom det är så giftigt och vattentillgången är begränsad.

Ammoniaken omvandlas i stället till **urinämne** eller **urinsyra** i levern och koncentreras i njurarna, vilket är mycket energikrävande



Energi går åt vid denna process och njurarnas kapacitet att koncentrera urinämnet är alltså avgörande för vattenbalansen.





## 3.5 Avfallsprodukter och vattensparande (forts.)

Hos ökendjur hittar man de mest komplexa vattenbesparande anpassningarna

Landlevande sköldpaddor i ökenmiljöer kan till och med variera sin avfallsmetodik.

De avger kväverester som urinämne om det finns vatten eller mer fast urinsyra om det är ont om vatten. Kostsamt.

Äter uteslutande växter och kan klara sig flera år utan annat vatten än det som de får genom födan.

Försöker avskräcka predatorer genom att tömma urinblåsan.  
Handhavande orsakar vattenförluster .

Denna flexibilitet gäller också bland annat en del insekter, fåglar och kräldjur i öknen.





# Andra vatten besparande anpassningar

Upptagande (kondensering) av vatten ur  
dimma i kustnära öknar.

"fogbasking"  
Namib öknen

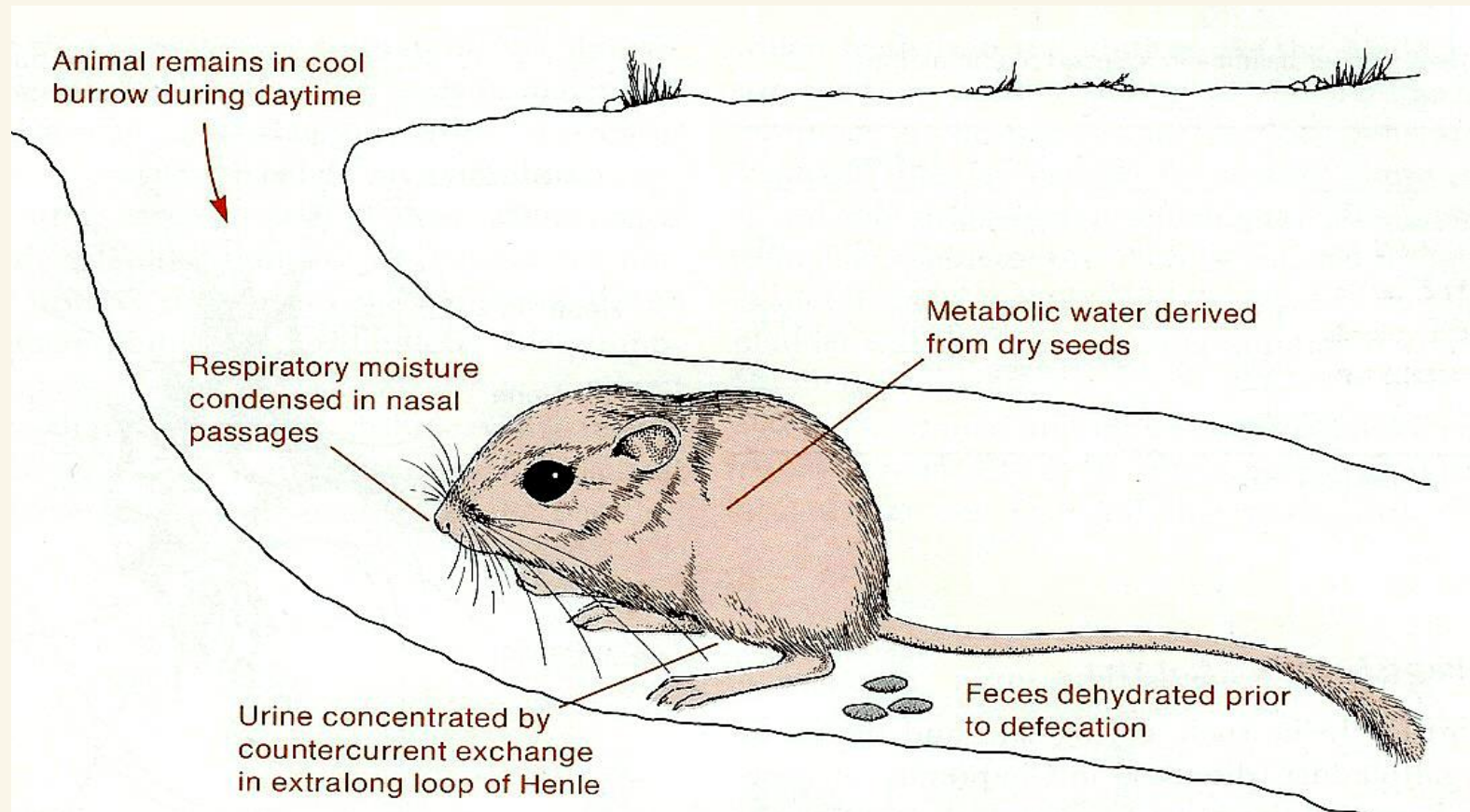
*Onymacris sp.*  
*Lepidochora sp.*

Gräver diken





## Vattenbesparande anpassningar. Kängururåtta (*Dipodomys merriami*)



Om en kängururåtta tvingas till en proteinrik diet bildas mycket kväverester som måste lösas i en större mängd vatten för att utsöndras.

Den dör då av vätskebrist.

- Den är nattaktiv och har ett mycket effektivt njursystem.
- Den har mycket liten förlust av vatten genom respiration (speciella veck som kondenserar andningsluft och återvinner det).
- Den producerar också en liten mängd, mycket koncentrerad urin.
- Ökenråttor klarar sig utan att dricka vatten. När näringsämnen oxideras i citronsyra cykeln och andningskedjan bildas vatten som biprodukt, vilket räcker för ökenråttorna tillsammans med det vatten som finns i födan.
- Ökenråttorna lever mest av fettrik kost, som frön, vilket ger mycket "oxidationsvatten".





# Vattenförluster

**Table 4.2** Comparison of rates of evaporative water loss from original references.)

Species	Water loss ( $\text{mg cm}^{-2} \text{h}^{-1}$ )
<b>Arthropods:</b>	
<i>Eleodes armata</i> (beetle)	0.20
<i>Hadrurus arizonensis</i> (scorpion)	0.02
<i>Buthotus minax</i> (scorpion)	0.03
<i>Locusta migratoria</i> (locust)	0.70
<b>Amphibian:</b>	
<i>Cyclorana alboguttatus</i> (frog)	4.90
<b>Reptiles:</b>	
<i>Gehyra variegata</i> (gecko)	0.22
<i>Uta stansburiana</i> (lizard)	0.10
<i>Sauromalus obesus</i> (lizard)	0.05
<i>Pituophis catenifer</i> (snake)	0.23
<b>Birds:</b>	
<i>Excalfactoria chinensis</i> (quail)	1.50
<i>Amphispiza belli</i> (sparrow)	1.48
<i>Phalaenoptilus nuttallii</i> (poorwill)	0.86
<b>Mammals:</b>	
<i>Peromyscus eremicus</i> (cactus mouse)	0.66
<i>Oryx beisa</i> (African oryx)	3.24
Man	22.32



*Hadrurus arizonensis*,

Hårig jätteskorpion 15cm

**Semi-torr**  
**Torr öken**  
**Torr öken**  
**Semi-torr**

**Semi-torr**

**Torr öken**  
**Torr öken**  
**Extremt torr öken**  
**Semi-torr**

**Semi-torr , Ökenvaktel**  
**Semi-torr, sparv**  
**Semi-torr-Torr , Dvalnattskärra**

**Torr öken**  
**Semi-torr**

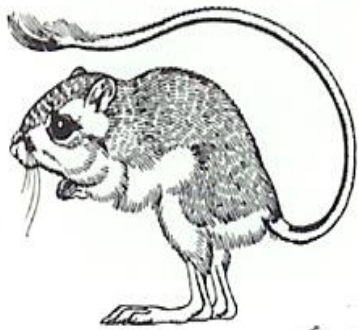


# Evolution

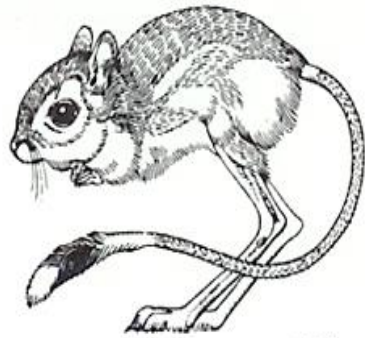
## Sk. konvergent evolution

Liknande selektionstryck i liknande miljöer har gett upphov till liknande anpassningar.

**Ökenhoppare** De amerikanska kängururåttarna påminner med sina långa bakben och sitt sätt att förflytta sig med hopp om Afrikas springråttor



Kängururåtta  
Slaktet *Dipodomus*  
Nordamerikas oknar



Springråtta  
Slaktet *Jaculus*  
Sahara och Arabiska oknen



**Stora öron** Katträven och ökenräven, båda små köttätare, har utvecklat stora öron som effektivt uppfångar ljud och hjälper till att avge kroppsvärme



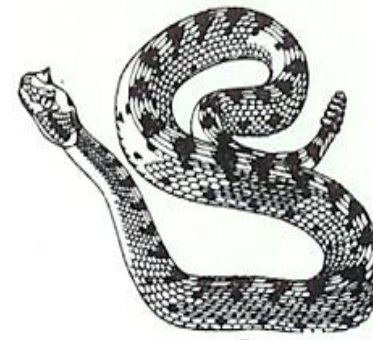
Katträv  
*Vulpes velox*  
Nordamerikas oknar



Ökenräv  
*Fennecus zedda*  
Sahara och Arabiska oknen



**Likartade ormar** Hornskallerormen, sidvindaren, ser ut precis som hornormen bortsett från skallran. Båda slingrar sig över lös sand med "sidvindande" rörelser



Hornskallerorm  
*Crotalus cerastes*  
Nordamerikas oknar

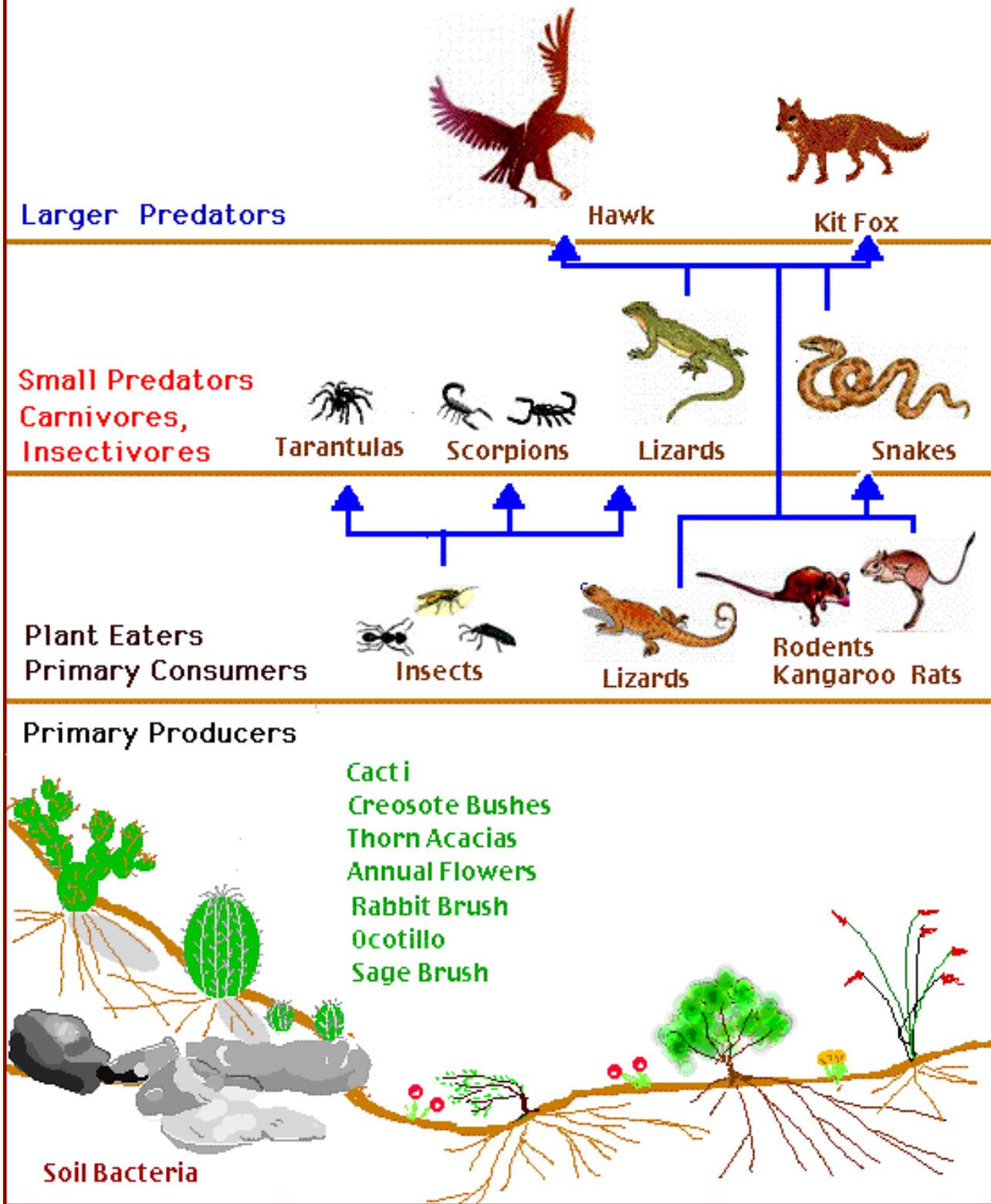


Hornorm  
*Cerastes cerastes*  
Sahara, Centralasien





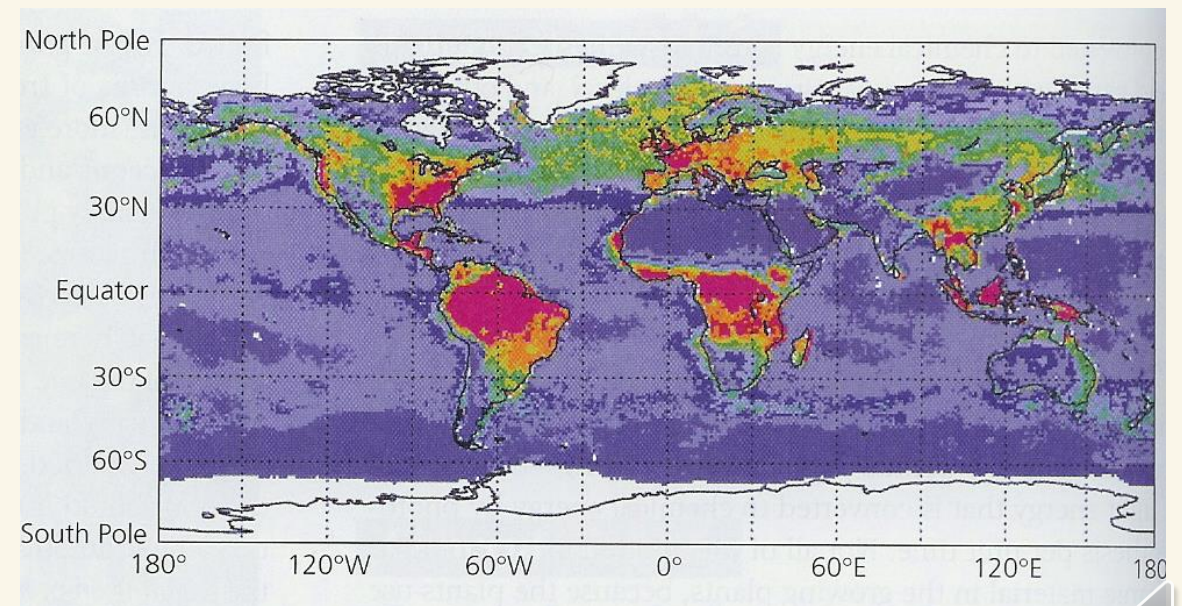
## A Food Web in the Desert Biome



Näringsvävarna i öknar har liten biomassa, ganska låg diversitet och korta icke komplexa näringsvävar.

## Nettoproduktion (g/m<sup>2</sup>/år)

Extremt torr öken till torr öken	3,0
Semitorr öken	90
Savann	900
Taiga	800
Regnskog	2200



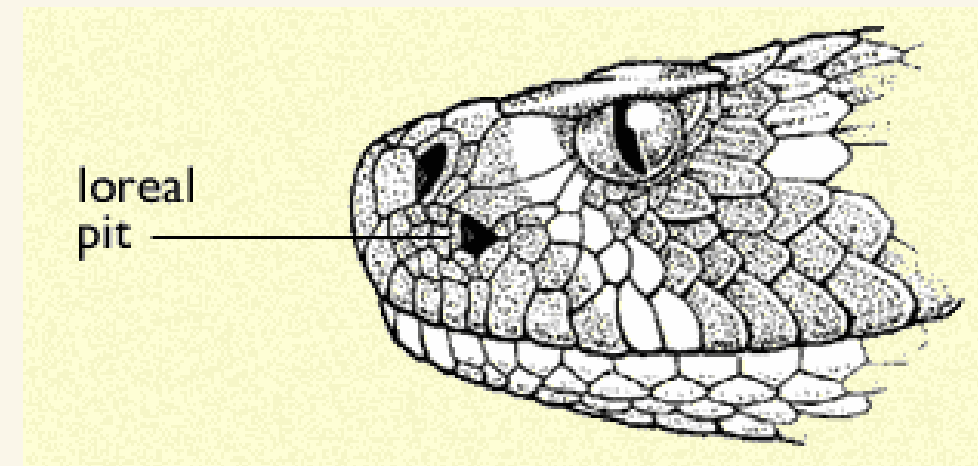
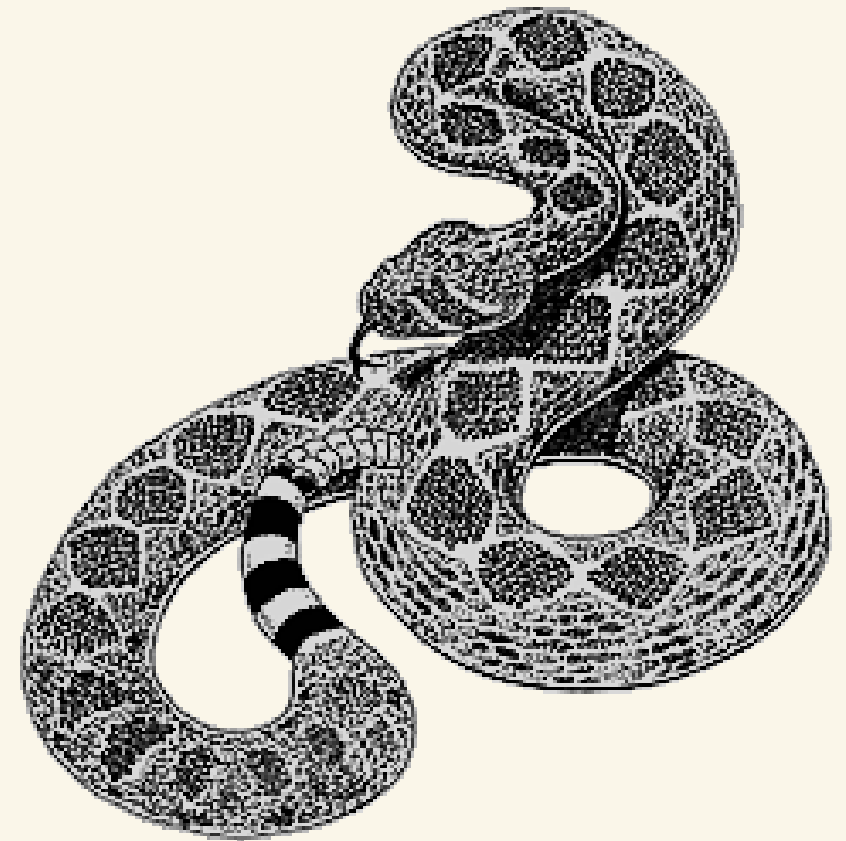
Klorofyll densitet





# Skallerormar (*Crotalus och Sistrurus*).

- I SV USA finns 11 arter.
- Ligger i bakhåll och immobiliserar sina byten hjälp av sitt hemotoxin/neurotoxin
- Giftet angriper blod och blodkärl och orsakar koagulering. Blockerar nervbanor
- Komplex och kostsamt gift, kan anpassa mängd.
- Värmekänsligt organ. 9 m
- Varnar med skallra och färg.
- Hanar kämpar om honor på våren.
- Honor har viss ungvårdnad.



Biter människor när de blir överraskade eller provocerade.

Av ca: 8000 beräknade bett per år är det endast 5 människor som dör. Ca, 25-50 % torrbett.

75 % av de bitna är män, ofta i 20-25 år åldern och oftast alkoholpåverkade.





# Tuppgök, roadrunner

50-60cm, 300g, 3-6 ägg ruvar i 18 dagar.  
En väntare, häckar 2-4 ggr/år vid goda tider.

En effektiv predator på insekter, spindlar, ödlor, ormar, möss och skorpioner

Jagar efter marken, kan hjälpligt flyga 100m, och springer upp till 60km/h, ändrar riktning med hjälp av vingarna.

## "The great snake killer"

Distraherar ormen med hjälp av vingar och stjärt. Vill få ormen att hugga för att kunna gripa tag i huvudet. Slår sönder ryggraden sväljer ormen så att den lägger sig i spiral.  
Ej över 40-50 cm

## Partnerval

Hanen uppvaktar honan med gåvor, honan bedömer hanens skicklighet. Stora gåvor parning på en gång, små efterhonan har ätit och mkt små inget alls.



Fjäderisolering 80 grader på ytan och 40 vid skinn. Respirerar bort värme



Gråben och Hjulben  
Chuck Jones.





# Jordekorrar

Väger 125 gram

Dräktig i 28 dagar, 4-5 ungar

Vuxna efter 325 dagar.

Stannar hemma 1-3 år

Utökad familjegrupp

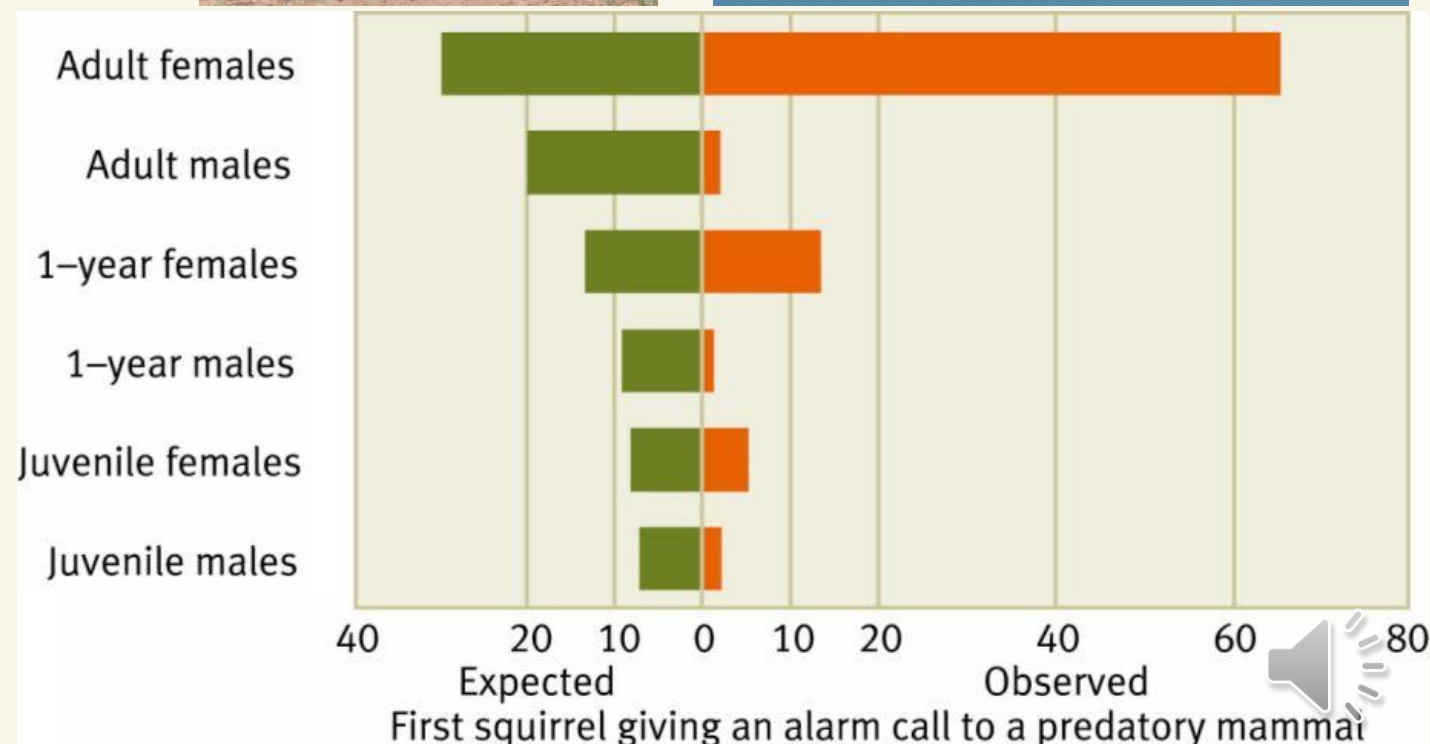
Hjälparsystem

Vad får föräldrarna ut av hjälpen?

Vad får ungdomarna ut av att hjälpa?

Avancerat varningssystem

3 olika signaler för orm, hök  
respektive coyote.







# SLUT

Läs mer i :

Ecology of Desert organism,  
G.N. Louw & M. K. Seely, 1985. Longman Ltd.

Physiological Animal Ecology,  
G.N. Louw, 1993. Longman Ltd.

Växter och djur  
National Audubon Society, Field guide to Southwestern States. P Alden.

<http://www.desertmuseumdigitallibrary.org/public/index.php>

